Кр
38.761.1
П791

Приложеніе № 1.

31

ПРОЭКТЪ ВОДОПРОВОДА

ВЪ Г. РЯЗАНИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЭКТУ ВОДОПРОВОДА ВЪ Г. РЯЗАНИ,

СОСТАВЛЕННОМУ ВЪ НОЯБРѢ 1896 Г.

Инженеръ-Технологомъ **М. И. АЛТУХОВЫМЪ.**

РЯЗАНЬ.
Типо-Литографія Малашкина.
1905.

П. нет в ГАК

5 - ПР - 30/5

38.761.1
П 791

Рязанское Науч... 3569 Книгохранилище

Приложеніе № 1.

Общество Изслѣдователей Мѣстнаго Края г. Рязань

ПРОЭКТЪ ВОДОПРОВОДА

ВЪ Г. РЯЗАНИ.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КЪ ПРОЭКТУ ВОДОПРОВОДА ВЪ ГОРОДѢ РЯЗАНИ,

СОСТАВЛЕННОМУ ВЪ НОЯБРѢ 1896 г.

Инженеръ-Технологомъ **М. И. АЛТУХОВЫМЪ.**

В книгохран лище Р. О. Б.

Рязанская городская библіотека Абонементъ

РЯЗАНЬ.
Типо-Литографія Малашкина.
1905.

Печ. разр. 28 Февраля 1905 г. Состоящій при Мин. Вн. Дѣлъ Докудовскій.

31
г. Казань

ОГЛАВЛЕНІЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРОЭКТА.

Листъ 1. Общій планъ города, съ показаніемъ сѣти водопроводныхъ трубъ, створныхъ и пожарныхъ кранновъ и водоразборныхъ будокъ.

„ 2.
„ 3.
„ 4.
„ 5.
„ 6. Нивеллировка города съ показаніемъ линій напоровъ воды при хозяйственномъ расходѣ ея только изъ бака, когда насосы не работаютъ.

„ 7. Проэктъ всасывающей трубы.

„ 8. Проэктъ общаго расположенія машиннаго зданія, фильтра и сѣти трубъ между ними.

„ 9. Фасады и планъ машиннаго зданія.

„ 10. Разрѣзы машиннаго зданія.

„ 11. Фасадъ, планъ и разрѣзы фильтра и резервуара чистой воды

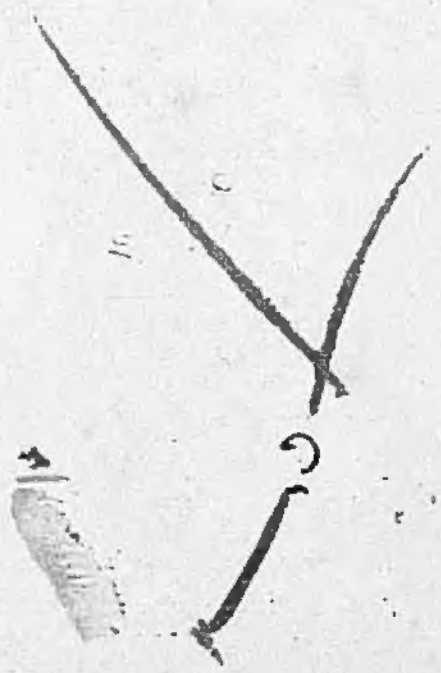
„ 12.
„ 13. Прямыя и фасонныя трубы.

„ 14. Фасадъ и разрѣзы водонапорной башни.

„ 15. Фасады и разрѣзы водоразборной будки.

„ 16. Створные и пожарные краны.

„ 17. Вантузъ и колонка для ручного водоразбора.



Общество Исследователей Местного Края
31
г. РЯЗАНЬ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА КЪ ПРОЭКТУ ВОДОПР. ВЪ Г. РЯЗАНИ.

Общія основанія проэкта.

Въ виду отсутствія въ ближайшихъ окрестностяхъ Рязани источниковъ ключевой воды, которые, какъ въ количественномъ, такъ и въ качественномъ отношеніи могли бы послужить основаніемъ для устройства изъ нихъ полнаго и раціональнаго снабженія водою Рязани съ ея 30000 населеніемъ, единственными возможными источниками для устройства искусственнаго водоснабженія города остаются: или рѣка Ока, протекающая въ двухъ верстахъ отъ Рязани, или артезіанскіе колодцы.

Вопросъ о возможности нахожденія въ предѣлахъ Рязани артезіанской воды въ надлежащемъ количествѣ и такого качества, чтобы она могла служить для снабженія ею жителей города, остается до настоящаго времени невыясненнымъ, почему Рязанское Городское Управленіе и постановило, прежде окончательнаго рѣшенія вопроса о томъ или другомъ способѣ снабженія города водою, устроить пробную артезіанскую скважину, которая и должна будетъ вполнѣ выяснить вопросъ о возможности раціональнаго снабженія города артезіанскою водою: но, имѣя въ виду не терять даромъ времени, пока будетъ производиться буреніе пробнаго артезіанскаго колодца, Городское Управленіе рѣшило заняться одновременно и разработкою вопроса объ устройствѣ водопровода изъ Оки, чтобы, въ случаѣ полученія неудовлетворительныхъ результатовъ отъ артезіанскаго буренія, имѣть уже го-

товый проэктъ рѣчного водопровода и немедленно приступить къ его осуществленію.

Но въ то же время, имѣя въ виду возможность полученія артезіанской воды и хорошаго качества и въ достаточномъ количествѣ, было рѣшено заложить пробную артезіанскую скважину близъ машиннаго зданія рѣчного водопровода, чтобы, въ случаѣ удачнаго рѣшенія вопроса объ артезіанской водѣ, можно было бы воспользоваться уже готовымъ къ тому времени проэктомъ рѣчнаго водопровода, направивъ только его всасывающую трубу не въ Оку, а къ трубамъ артезіанскихъ колодцевъ, причемъ и пробная артезіанская скважина могла бы быть введена въ общую водопріемную систему, какъ одинъ изъ ея доставляющихъ воду колодцевъ.

Подобный способъ рѣшенія вопроса представляется практичнымъ еще и потому, что можетъ явиться еще и третья—комбинированная система водоснабженіе города, если артезіанской воды окажется достаточное количество для нормальнаго хозяйственнаго снабженія города водою, но недостаточное для пожарныхъ случаевъ, когда въ теченіи нѣсколькихъ часовъ можетъ потребоваться подача настолько увеличеннаго количества воды, что артезіанскіе колодцы будутъ не въ состояніи доставлять ее; въ этомъ послѣднемъ случаѣ, пользуясь пріемною трубою изъ рѣки Оки, явится возможность качать ее оттуда въ значительно увеличенномъ количествѣ и такимъ образомъ—сдѣлать водопроводъ, и при снабженіи его артезіанскою водою, вполнѣ могущественнымъ орудіемъ для борьбы съ пожарами.

Изъ всего вышеизложеннаго ясно слѣдуетъ, что, прежде чѣмъ приступить къ устройству пробной артезіанской скважины, а тѣмъ болѣе къ выясненію какихъ-

либо другихъ деталей водопровода, надо было прежде всего выяснить себѣ—наиболѣе удобное и раціональное мѣсто расположенія водоподъемнаго зданія, которое могло бы въ одно и то же время, при самыхъ лучшихъ техническихъ условіяхъ, служить какъ на случай рѣчного, такъ и на случай артезіанскаго водоснабженія города.

Получивъ отъ Рязанскаго городского Управленія предложеніе заняться разработкою проэкта водоснабженія Рязани и намѣтивъ себѣ весь вышеизложенный общій ходъ рѣшенія этого вопроса, я, ранѣе приступленія къ составленію проэкта, сперва личнымъ осмотромъ внимательно ознакомился съ положеніемъ рѣки Оки, какъ во время ея наибольшаго разлива, такъ и тогда, когда она была уже въ своихъ нормальныхъ меженнихъ берегахъ.

Это ознакомленіе съ мѣстнымъ положеніемъ Рязани относительно Оки привело меня къ убѣжденію, что лучшимъ мѣстомъ для расположенія машиннаго зданія и фильтровъ, которые потребуются, если придется остановиться на водоснабженіи Рязани исключительно изъ Оки, должно быть признано такое, которое лежало бы внѣ района, заливаемаго весенними водами, и по возможности ближе къ центру города; наиболѣе подходящимъ для этого мѣстомъ, которое къ тому же и принадлежитъ городу, оказался спускъ, лежащій ниже архіерейскаго дома и примыкающій къ правому берегу рѣки Трубежа, немного выше впаденія въ нее рѣчки Лыбеди.

Почти все это мѣсто лежитъ внѣ района, заливаемаго весенними водами Оки: оно непосредственно примыкаетъ къ самому городу, что обусловливаетъ собою сравнительно небольшую длину главной магистральной

трубы наибольшаго діаметра и при томъ проводящей воду подъ наибольшимъ напоромъ: это мѣсто, будучи надлежащимъ образомъ спланировано, представитъ собою достаточное пространство для расположенія на немъ какъ машиннаго зданія, такъ и фильтръ; будучи расположено близъ города и внѣ заливаемаго района, это мѣсто представитъ всѣ удобства для постояннаго сношенія съ нимъ и доставленія на него топлива и всѣхъ другихъ необходимыхъ принадлежностей для водоподъемныхъ машинъ.

Въ виду всего вышеизложеннаго, данное мѣсто и принято для устройства на немъ машиннаго зданія и фильтръ и заложенія пробной артезіанской скважины.

Площадка даннаго спуска, выбранная для устройства этихъ сооруженій, имѣетъ отмѣтку около 3—3,25 саженъ надъ нулемъ рейки мѣстной дистанціи Министерства Путей Собщенія; по собраннымъ на мѣстѣ даннымъ, за послѣднія 7 лѣтъ максимальные и минимальные уровни рѣки Оки близъ Рязани колебались въ предѣлахъ: максимальный уровень рѣки Оки составлялъ:

Въ	1890	году	. . . .	3,25	саж.	выше нуля.
„	1891	„	. . . .	2,73	„	„ „
„	1892	„	. . . .	2,56	„	„ „
„	1893	„	. . . .	2,64	„	„ „
„	1894	„	. . . .	2,84	„	„ „
„	1895	„	. . . .	3,28	„	„ „
„	1896	„	. . . .	2,96	„	„ „

Минимальный уровень рѣки Оки близъ Рязани составлялъ:

Въ 1890 году	. . . .	0,90	саж.	ниже	нуля.
„ 1891	„	0,86	„	„	„
„ 1892	„	0,93	„	„	„
„ 1893	„	0,97	„	„	„
„ 1894	„	0,75	„	„	„
„ 1895	„	0,82	„	„	„

Въ виду этихъ данныхъ для дальнѣйшихъ разсчетовъ мною принято, что уровень рѣки Оки можетъ колебаться въ предѣлахъ отъ 1 саж. ниже нуля путейской рейки до 3,28 саж. выше этого нуля, или 4,28 саж. выше минимальнаго уровня рѣки.

Всю мѣстность, необходимую для устройства машиннаго зданія и фильтръ предположено спланировать до отмѣтки въ 4,33 саж. надъ минимальнымъ уровнемъ Оки, снявъ для этой цѣли уступами часть прилегающей горы и употребивъ какъ эту землю, такъ и ту, которая будетъ вынута изъ подъ фильтръ, машиннаго зданія и дымовой трубы на необходимую подсыпку болѣе пониженной части даннаго мѣста.

Согласно условіямъ, поставленнымъ мнѣ Городскимъ Управленіемъ, водопроводъ долженъ быть проэктированъ такимъ образомъ, чтобы онъ могъ доставлять: 1) при нормальныхъ обстоятельствахъ дѣйствія—по 100000 вед. воды въ сутки и 2) во время пожаровъ, кромѣ нормальнаго хозяйственнаго расхода, еще для дѣйствія трехъ одновременно дѣйствующихъ пожарныхъ кранов не менѣе 120 ведеръ воды въ минуту, т. е. по 40 вед. на каждый пожарный кранъ.

Въ виду этого требованія Рязанскій водопроводъ проэктированъ мною по противопожарной системѣ, дающей

возможность, путемъ увеличенія напора воды въ трубахъ, доставлять во время пожаровъ воду къ пожарнымъ кранамъ въ городѣ въ болѣе значительномъ количествѣ и съ увеличеннымъ напоромъ, не прекращая въ тоже время и нормальнаго хозяйственнаго снабженія водою домовъ и водоразборовъ.

Пользуясь примѣрами часовыхъ расходовъ воды во многихъ устроенныхъ мною водопроводахъ городовъ средняго размѣра, какимъ представляется Рязань, можно принять, что обыкновенно половина общаго суточнаго количества воды расходуется въ теченіи 8 часовъ дня: отъ 6 часовъ утра до 2 часовъ дня, а другая половина въ теченіи остальныхъ 16 часовъ сутокъ: отъ 2 часовъ дня до 6 часовъ утра.

Примѣняя этотъ принципъ къ Рязани, максимальный секундный расходъ воды для хозяйственнаго употребленія окажется равнымъ:

$$\frac{50000}{8\times 3600\times 2{,}3}=0{,}755 \text{ куб. фут.}$$

Максимальный секундный пожарный расходъ, очевидно, опредѣлится изъ уравненія:

$$\frac{120}{60\times 2{,}3}=0{,}87 \text{ куб. фут.}$$

Такимъ образомъ оказывается, что нашъ водопроводъ долженъ быть проэктированъ на доставленіе: 1) при нормальныхъ условіяхъ дѣйствія водопровода—0,755 куб. фут. воды въ секунду и 2) при пожарномъ дѣйствіи—0,755+0,87=1,625 куб. фут. воды въ секунду.

Въ виду качествъ воды рѣки Оки, которая, будучи очень хорошею по своему химическому составу, содер-

житъ въ себѣ, въ особенности во время весенних разливовъ, нѣкоторое количество механически примѣшанных къ ней посторонних веществъ, дѣлающих ее иногда мутною, вода рѣки Оки, ранѣе доставленія ея въ городъ, должна подвергнуться тщательному очищенію черезъ медленное процѣживаніе ея сквозь песокъ фильтра.

Общее описаніе проэктированнаго водопровода.

Пріемъ воды изъ рѣки Оки проэктиро- **листъ 7.**
ванъ выше впаденія въ нее рѣки Трубежа, чтобы избѣжать этимъ возможности попаданія въ пріемную трубу водопровода загрязненной воды послѣдней, такъ какъ, имѣя уже сама по себѣ очень грязную воду, она, кромѣ того, принимаетъ въ себя еще и рѣчку Лыбедь, протекающую по самой серединѣ города, а потому, очевидно, служащую главнымъ сточнымъ каналомъ для всѣхъ стоковъ и отбросовъ большей части города.

Всасывающею трубою проэктировано перейти рѣку Трубежъ близъ впаденія ея въ Оку и направить ее далѣе вдоль праваго берега Трубежа до водоподъемнаго машиннаго зданія.

Машинное зданіе проэктировано устроить изъ **листъ 9.**
трехъ отдѣленій: въ среднемъ помѣстить паровые котлы, въ правомъ—водоподъемные насосы, а въ лѣвомъ устроить небольшую ремонтную мастерскую и помѣщенія для машиниста, его помощника и двухъ кочегаровъ.

Машинное помѣщеніе проэктировано въ два **листъ 10.**
этажа: въ нижнемъ будутъ помѣщены насосы

низкаго давленія, долженствующіе качать воду изъ Оки на фильтры, а въ верхнемъ—насосы высокаго давленія, которые будутъ качать уже очищенную воду изъ резервуара чистой воды непосредственно въ городъ.

Фильтры проэктировано устроить изъ четы- **листъ 11.**
рехъ совершенно ровныхъ между собою по площади помѣщеній, изъ которыхъ три, снабженныя фильтрующею средою будутъ представлять собою собственно фильтры, въ которыхъ будетъ происходить процѣживанія воды черезъ фильтрующій песокъ и такимъ образомъ очищеніе ея, а четвертое отдѣленіе будетъ служить запаснымъ резервуаромъ чистой воды, въ которомъ будетъ скопляться вода изъ равномѣрно дѣйствующихъ въ теченіи всѣхъ сутокъ фильтръ, чтобы потомъ перекачиваться насосомъ въ городъ, по мѣрѣ ея требованія тамъ.

Изъ машиннаго зданія главная напорная 9 **листъ 1.**
дюймовая труба будетъ непосредственно по спуску подыматься вверхъ и направится далѣе, вдоль архіерейскаго дома, собора и сифономъ черезъ оврагъ—параллельно мосту, на Соборную улицу, гдѣ, не доходя Соборной площади, раздѣлится на двѣ магистрали: одна—въ 7 дюймовъ—пойдетъ по Соборной улицѣ до Большой, Астраханской улицы, а другая—въ 6 дюймовъ —обхватитъ собою, въ видѣ одного общаго большого кольца, почти весь городъ, направляясь съ Соборной площади налѣво, вдоль вала, на Старо-базарную площадь, а оттуда по улицамъ: Воскресенской, Монастырской, Введенской, Мясницкой, черезъ Ново-базарную

площадь на Соборную улицу до соединенія съ первою 7-дюймовою магистралью.

Кромѣ этого главнаго кольца 7-дюймовыхъ и 6-дюймовыхъ трубъ проэктировано проложить еще: 5-дюймовыхъ трубъ по улицамъ:

1) вдоль всей Астраханской улицы (кромѣ половины послѣдняго квартала у Ямской слободы) и по Семинарской улицѣ до Никольской,

2) по Почтовой и Московской улицамъ отъ Астраханской до Никольской улицы,

3) по Владимірской и Губернаторской улицамъ отъ Воскресенской до Курганской,

4) по Курганской и Введенской улицамъ до соединенія съ 6-дюймовою трубою и

5) отъ Семинарской улицы по Селезневской, Мѣщанской и Липецкой улицамъ черезъ Екатерининскую площадь до Мясницкой улицы;

4—дюймовыя трубы предположено проложить:

1) по Московской улицѣ отъ Никольской до Бульварной;

2) по Семинарской улицѣ отъ Никольской до Бульварной,

3) по Селезневской отъ Семинарской—одинъ кварталъ къ рѣкѣ Трубежу,

4) по Короткой улицѣ отъ Липецкой до Солдатской и

5) на половинѣ послѣдняго квартала Астраханской улицы передъ Ямскою слободою.

Вся сѣть этихъ водопроводныхъ трубъ составитъ 12 верстъ 241 саж. Почти вся сѣть трубъ, исключая пяти небольшихъ отростковъ, проэктирована по общей круговой системѣ, которая даетъ возможность притока воды какъ въ дома, такъ и къ пожарнымъ кранамъ съ двухъ сторонъ, что обусловливаетъ собою большую обезпеченность снабженія ихъ водою, въ случаѣ какихъ либо случайностей или ремонтныхъ работъ на сѣти водопроводныхъ трубъ.

Всѣ діаметры трубъ, послѣ весьма продолжительныхъ и внимательныхъ подсчетовъ, соображены такимъ образомъ, чтобы, при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, т. е. въ наиболѣе отдаленныхъ и наиболѣе возвышенныхъ частяхъ города, проэктированныя трубы могли доставлять требуемыя количества воды для одновременнаго дѣйствія въ одномъ мѣстѣ не менѣе 3 пожарныхъ крановъ, съ подачею каждымъ изъ нихъ воды въ количествѣ не менѣе 40 вед. въ минуту, при свободномъ напорѣ воды въ пожарныхъ кранахъ не менѣе 3 атмосферъ, чтобы дать возможность проводить ее по длиннымъ пожарнымъ рукавамъ къ мѣсту пожара; при всемъ этомъ при разсчетахъ принято во вниманіе, чтобы и во время дѣйствія пожарныхъ крановъ городъ продолжалъ снабжаться водою для обыкновенныхъ хозяйственныхъ потребностей.

Для того, чтобы имѣть всегда нѣкоторый запасъ воды подъ напоромъ и такимъ образомъ

получить возможность работать насосами не постоянно, а только по временамъ, что, съ своей стороны обусловитъ возможность ограничиться однимъ составомъ служащихъ при машинахъ и котлахъ, на Астраханской улицѣ—на площади Гостинныхъ рядовъ — проэктировано устроить водонапорную башню, высотою въ 13 сажень, въ которой на высотѣ 10 сажень надъ землею будетъ помѣщенъ резервуаръ съ запасомъ воды до 14000 ведеръ. Отмѣтка мѣстности, на которой будетъ устроена водонапорная башня, надъ минимальнымъ уровнемъ рѣки Оки составляетъ 12,255 саж., такъ что это мѣсто является однимъ изъ самыхъ высокихъ въ городѣ, такъ какъ только конецъ Астраханской улицы у заставы, гдѣ отмѣтка мѣстности=13,425 и уголъ Курганской и Введенской улицъ, гдѣ отмѣтка= 14,287, являются болѣе повышенными точками города, чѣмъ площадь Гостинныхъ рядовъ.

Для того, чтобы имѣть возможность, на случай ремонта, выдѣлять отдѣльные участки водопроводныхъ трубъ, не останавливая общаго правильнаго снабженія водою, въ опредѣленныхъ, наиболѣе удобныхъ для этого мѣстахъ, установлены створные краны, запирая которые можно будетъ всегда очень удобно изолировать отдѣльные участки водопроводныхъ трубъ.

Подобныхъ створныхъ кранovъ проэктировано установить на сѣти трубъ 35 штукъ.

Пожарные краны проэктировано расположить главнѣйшимъ образомъ на перекресткахъ улицъ, чтобы изъ каждаго пожарнаго крана можно

было съ удобствомъ, при помощи пожарныхъ рукавовъ, подавать воду по всѣмъ четыремъ направленіямъ. При длинныхъ кварталахъ проэктировано расположить пожарные краны и по срединѣ ихъ въ равныхъ по возможности разстояніяхъ отъ обоихъ угловыхъ кранов̀ъ.

Всѣхъ пожарныхъ кранов̀ъ проэктировано устроить 73 штуки.

Для продажи воды водовозамъ и для отпуска воды въ ручную посуду проэктировано устроить по городу 10 водоразборныхъ пунктовъ, изъ нихъ 9—въ видѣ для этого спеціально устроенныхъ водоразборныхъ будокъ, а 1—при водонапорной башнѣ.

Эти водоразборныя будки проэктировано распредѣлить болѣе или менѣе равномѣрно по городу, а именно:

1) на Соборной площади,

2) на Ново-базарной площади,

3) на Екатерининской площади,

4) на сѣнной площади,

5) на углу Московской и Бульварной улицъ.

6) на Старо-базарной площади,

7) на площади у церкви Вознесенья,

8) на площади у церкви Введенія,

9) на углу Астраханской и Никольской улицъ.

3569

Всасывающая труба.

Всасывающая труба, очевидно, должна удо- листь 7.
влетворять условію, чтобы, при стеченіи самыхъ неблагопріятныхъ условій, она могла доставлять къ работающему насосу требуемое имъ въ данное время количество воды.

Подобный неблагопріятный моментъ будетъ, разумѣется, въ томъ случаѣ, когда во время наибольшаго хозяйственнаго расхода воды, т. е. между 6 часами утра и 2 часами дня, случится большой пожаръ, требующій одновременнаго дѣйствія трехъ пожарныхъ крановъ, съ подачею каждымъ изъ нихъ не менѣе 40 вед. воды въ минуту: секундная подача воды водопроводомъ, а слѣдовательно и всасывающею трубою, должна въ этомъ случаѣ, какъ это было вычислено выше, составлять 1,625 куб. фут. въ секунду или 13450 вед. въ часъ, изъ которыхъ 6.250 вед. въ часъ должны идти на удовлетвореніе нормальныхъ хозяйственныхъ потребностей жителей города, а 7.200 ведеръ въ часъ— для дѣйствія 3 пожарныхъ крановъ.

Задавшись условіемъ, чтобы и при этомъ крайнемъ случаѣ скорость движенія воды во всасывающей трубѣ не превосходила 2 футовъ, діаметръ ея опредѣлится изъ уравненія:

$$\frac{1{,}625\times 1.728\times 4}{24\times 3{,}14}=д^2=149,$$

откуда

$$д = 12{,}2'',$$

или для округленія діаметръ всасывающей трубы можно принять равнымъ прямо 12 дюймамъ.

При этомъ діаметрѣ всасывающей трубы дѣйствительная максимальная скорость движенія по ней воды опредѣлится изъ равенства:

$$\frac{1{,}625\times 1728}{113{,}1} = 24{,}8 \text{ дюйма} = 2{,}066 \text{ фута.}$$

Единичная потеря напора отъ тренія воды въ трубахъ даннаго діаметра и при данной скорости вычислена по извѣстной формулѣ д'Арси:

$$^1/_2\, di = Bv^2, \text{ гдѣ}$$

$$B = 0{,}0001545 + \frac{0{,}00001294}{д.}$$

и составляетъ:

$$i = 0{,}0014;$$

такъ какъ полная длина всасывающей трубы составитъ 980 саж., то общая потеря напора на длинѣ всей трубы будетъ =

$$= 0{,}0014 \times 980 = 1{,}372 \text{ саж.} = 9{,}6 \text{ футовъ.}$$

Всасывающую трубу предположено выдви- листъ 7.
нуть въ Оку на 35 саж. отъ берега, до того мѣста, гдѣ глубина ея воды, при самомъ низкомъ состояніи ея уровня, составляетъ не менѣе 6 футовъ. Конецъ всасывающей трубы предположено поднять вверхъ, въ видѣ стояка, на высоту $1^1/_2$ аршинъ отъ дна и, для большей ея устойчивости, окружить ее каменною отсыпью. Конецъ всасывающей трубки предположено поворотить по направленію теченія воды, чтобы по возможности уменьшить случаи попаданія въ нее различныхъ постороннихъ тѣлъ, плавающихъ въ водѣ. Конецъ всасывающей трубы будетъ закрытъ очень рѣдкою сѣткой, сдѣланной

изъ мѣдной проволоки, имѣющею цѣлью предупредить проникновеніе въ трубу крупной рыбы и другихъ большихъ предметовъ.

Всасывающею трубою проэктировано перейти рѣку Трубежъ вблизи ея впаденія въ Оку и идти далѣе все время вдоль ея праваго берега съ правильнымъ подъемомъ въ 0,001 по направленію къ машинному зданію.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ углубленіе всасывающей трубы въ землѣ будетъ менѣе 7 футовъ, она будетъ прикрыта до требуемой высоты искусственною насыпью, чтобы предупредить возможность замерзанія въ ней воды зимою.

Для возможности изслѣдованія всасывающей трубы, въ случаѣ какихъ либо поврежденій въ ней, на ней проэктируется установить 2 створныхъ крана, которые раздѣлятъ ее на три болѣе или менѣе равныя части.

Для защиты конца всасывающей трубы отъ поврежденія его плавающими судами, надъ стояком предположено установить на якорѣ красный плавающій бакенъ.

Стоимость всей всасывающей трубы, согласно смѣтѣ за № 1 составитъ Р. С. 33135—75 к.

Машинное зданіе.

Машинное зданіе, какъ было объяснено уже листы 9 10 выше, проэктировано расположить на правомъ берегу рѣки Трубежа, внизу—подъ горою, у архіерейскаго дома.

Это зданіе будетъ состоять изъ трехъ отдѣленій: средняго—для помѣщенія паровыхъ котловъ, праваго (если смотрѣть со стороны Трубежа)—для помѣщенія насосовъ и лѣваго—въ качествѣ жилого помѣщенія.

Котельное помѣщеніе проэктировано длиною въ 6 саж., шириною въ 4 саж. и вышиною въ 2 саж. 2 аршина; оно назначено для помѣщенія въ немъ въ настоящее время только двухъ паровыхъ котловъ, но, въ виду будущаго развитія водоснабженія города, въ немъ оставлено мѣсто для помѣщенія и третьяго парового котла.

Изъ двухъ проэктированныхъ паровыхъ котловъ въ работѣ будетъ только одинъ, а второй будетъ всегда въ запасѣ на случай ремонта или чистки перваго изъ нихъ.

Машинное помѣщеніе проэктировано въ 14 арш. шириною и въ $13^3/_4$ арш. длиною и притомъ состоящимъ изъ двухъ этажей: въ нижнемъ этажѣ,—высотою до пола верхняго этажа въ 2,61 саж., предположено помѣстить, для уменьшенія высоты всасыванія, насосы низкаго давленія, которые должны будутъ качать воду изъ Оки на фильтры, а въ верхнемъ,—высотою въ 6 арш. 9 верш., будутъ находиться насосы высокаго давленія, которые будутъ принимать очищенную уже воду изъ резервуара чистой воды и качать ее въ городъ.

Насосовъ проэктировано поставить въ каждомъ этажѣ также по два, изъ которыхъ въ работѣ будетъ по одному, а вторыя будутъ въ запасѣ на случай ремонта первыхъ; въ виду бу-

дущаго развитія водоснабженія въ обоихъ этажахъ оставлены также свободныя мѣста для постановки третьихъ насосовъ.

Жилое помѣщеніе по своей площади равняется машинному помѣщенію и имѣетъ высоту=6 арш.; оно будетъ состоять изъ 6 комнатъ, изъ которыхъ одна, имѣющая входъ только изъ котельнаго помѣщенія, будетъ служить небольшою ремонтною мастерскою, а остальныя 5 комнатъ назначаются для помѣщенія въ нихъ: 1) общей кухни, 2)—машиниста, 3)—помощника машиниста, 4) кочегара и двухъ рабочихъ и 5) запасной комнаты.

Весь нижній этажъ машиннаго помѣщенія, въ виду того, что во время весеннихъ разливовъ онъ будетъ находиться ниже уровня воды, предположено сложить на цементѣ, давъ его стѣнкамъ послѣдовательную толщину въ 3½ и 3 кирпича. Полъ проэктировано устроить бетоннымъ, толщиною въ 8 вершковъ.

Фундаменты, въ видѣ высокихъ столбовъ, для помѣщенія верхнихъ насосовъ высокаго давленія, проэктировано вывести, согласно проэкту, изъ кирпича на цементѣ до уровня нижняго пола, а далѣе—на извести.

Весь нижній этажъ проэктировано перекрыть сводами, а стѣны его укрѣпить наружными контръ-форсами. Всѣ основанія подъ стѣны въ виду очень дорогой цѣны мѣстнаго булыжнаго камня, предположено вывести изъ кирпича на цементномъ растворѣ – до уровня земли, а да-

лѣе кладку стѣнъ вести на известковомъ растворѣ.

Всѣ стѣны внутри предположено оштукатурить и выбѣлить. Вмѣсто цоколя всѣ стѣны снаружи проэктировано оштукатурить цементнымъ растворомъ на высоту одного аршина.

Разсчетъ водоподъемныхъ машинъ.

Выше мною уже было объяснено, что для Рязанскаго водопровода мною проэктировано 2 серіи насосовъ: одни насосы—низкаго давленія—должны качать воду изъ рѣки Оки на фильтры, а другіе,—насосы высокаго давленія, должны качать воду изъ резервуара чистой воды въ городъ и водонапорную башню.

Въ случаѣ пожара въ городѣ, какъ тѣ, такъ и другіе насосы должны быть въ состояніи качать воду въ городъ въ увеличенномъ количествѣ, а насосы высокаго давленія и подъ увеличеннымъ напоромъ, принимая ее изъ резервуара чистой воды, при чемъ, какъ было уже выяснено выше, максимальная подача воды должна для насосовъ обѣихъ серій составлять: а) при одномъ хозяйственномъ расходѣ воды въ городѣ—0,755 куб. футовъ въ секунду и б) при общемъ, какъ хозяйственномъ, такъ и пожарномъ расходѣ—1,625 куб. футовъ въ секунду.

Наибольшій напоръ, подъ которымъ придется качать воду насосомъ низкаго давленія, составится изъ слагаемыхъ:

1) Разница наивысшаго уровня воды на фильтрѣ и наинизшаго въ рѣкѣ Окѣ= =4,33 саж.=30,31 ф.

2) Потеря напора въ 12" всасывающей трубѣ при расходѣ воды=1,625 куб. фут. въ секунду, длинѣ трубы=980 саж., скорости=2,066 и единичной потери= 0,0014. . . . . 9,6 ф.

3) Потеря напора въ 7" напорной трубѣ при подачѣ воды въ два наиболѣе отдаленныя отдѣленія фильтра, при расходѣ воды=0,755 куб. фут. въ секунду, длинѣ трубы=30 саж., скорости движенія воды=2,9 фут. и единичной потери=0,005 . . . . . 1,05 ф.

4) Потеря напора въ 5" напорной трубѣ, ведущей воду въ крайнее отдѣленіе фильтра, при расходѣ воды по ней=0,38 куб. фута въ секунду, длинѣ трубы=10 саж., скорости движенія воды=2,8 и единичной потери=0,007 . 0,5 ф.

Итого . . . 41,46 ф.

Прибавляя сюда 3,54 фута напора на преодолѣніе всякихъ случайныхъ сопротивленій, мы получаемъ, что напоръ, подъ которымъ придется качать воду машинами низкаго давленія, составитъ 45 футовъ.

При подачѣ каждымъ изъ этихъ насосовъ по 1,625 куб. фута воды въ секунду, работа его опредѣляется изъ формулы:

$$N = к\frac{Q \times h \times \gamma}{15}$$

гдѣ

N – означаетъ число паровыхъ лошадей, к— практическій коэфиціентъ, зависящій отъ степени доброкачественности машинъ и того напора, подъ которымъ онѣ качаютъ воду; для хорошо исполненныхъ машинъ этотъ коэфиціентъ составляетъ обыкновенно: для насосовъ высокаго давленія—1,25 и для насосовъ низкаго давленія—1,5.

Q—дѣйствительное количество воды, доставляемое насосами и

γ—вѣсъ одного кубическаго фута воды въ пудахъ, составляющій 1,72 пуда.

Подставляя наши данныя въ эту формулу, мы получаемъ:

$$N = \frac{1{,}5 \times 1{,}625 \times 45 \times 1{,}72}{15} = 12{,}6 \text{ паров. силъ},$$

или для округленія примемъ въ 13 паровыхъ силъ.

Такимъ образомъ въ качествѣ основныхъ данныхъ при заказѣ насосовъ низкаго давленія должны быть поставлены требованія:

1) максимальная подача воды=13.450 вед. въ часъ или 1,625 фут. въ секунду,

2) максимальная высота всасыванія вмѣстѣ съ преодолѣніемъ сопротивленій на треніе и т. п.=23,6 фут.,

3) наибольшая высота нагнетанія, вмѣстѣ съ преодолѣніемъ сопротивленій на треніе и т. п. =21,4 фут.,

4) діаметръ всасывающихъ трубъ=12",

5) діаметръ нагнетательныхъ трубъ=8",

6) число одиночныхъ ходовъ въ минуту отъ 40 до 90 и

7) давленіе пара въ паровомъ котлѣ=8 атмосферамъ=120 фунтамъ.

Насосы высокаго давленія должны быть въ состояніи работать двояко: при нормальныхъ условіяхъ они должны будутъ принимать воду изъ резервуара чистой воды и качать ее въ бакъ водонапорной башни, въ количествѣ, вмѣстѣ съ расходомъ ея по пути, maximum до 6250 ведеръ въ часъ, или 0,755 куб. футовъ въ секунду и 2) во время пожаровъ каждый изъ этихъ насосовъ долженъ быть въ состояніи подавать въ городъ до 13.450 вед. въ часъ, или 1,625 куб. фут. въ секунду, качая ее или непосредственно изъ резервуара чистой воды, а если въ послѣднемъ не хватитъ воды, то изъ особаго отдѣленія, куда будетъ подаваться вода непосредственно изъ Оки насосомъ низкаго давленія (см. описаніе фильтра): какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ во время пожаровъ, каждый изъ насосовъ высокаго давленія долженъ развивать такое давленіе, чтобы, при проэктированной сѣти, три пожарные крана, находящіеся на соотвѣтствующихъ улицахъ, при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, могли давать по 40 ведеръ воды въ минуту каждый, имѣя свободнаго напора у отвѣтвленія отростка пожарнаго крана отъ уличной трубы не менѣе 3 атмосферъ.

Опредѣлимъ теперь ту работу, которую дол-

жны будутъ развивать насосы высокаго давленія, какъ при нормальномъ, такъ и при пожарномъ качаніи воды.

Для полученія наиболѣе неблагопріятныхъ обстоятельствъ, въ которыя можетъ быть поставлена работа насосовъ высокаго давленія при нормальныхъ условіяхъ ихъ дѣйствія, предположимъ, что всѣ 0,755 куб. фут. воды качаются непосредственно въ бакъ и опредѣлимъ тотъ напоръ, подъ которымъ въ данномъ случаѣ придется работать насосомъ; величина этого напора составится изъ слагаемыхъ:

1) Разница уровней высшаго стоянія воды въ бакѣ водонапорной башни и низшаго стоянія воды въ резервуарѣ чистой воды=11,255 — (4,33 — 1,25)+ 10+2=20,175 саж.= . . . . . 141,23 ф.

2) Потеря напора отъ движенія 0,755 куб. футъ воды по 9" трубѣ отъ машиннаго зданія до ближайшаго развѣтвленія, на длинѣ 280 саж., при скорости=1,7 фута и единичной потерѣ= 0,0013 . . . . . 2,55 ф.

3) Потеря напора отъ движенія 0,38 куб. футъ воды по 6" трубѣ, идущей вдоль вала черезъ Старо-базарную площадь до угла Воскресенской и Владимірской улицъ, на длинѣ 416 саж., при скорости движенія воды=2 фут. и единичной потерѣ=0,0029 . . . . 8,4 ф.

4) Потеря напора отъ движенія 0,19

куб. фут. воды по 5" трубѣ по Владимірской улицѣ до Астраханской, на длинѣ 448 саж., при скорости движенія воды=1,4 фута и единичной потерѣ=0,0018 . . . . . 5,6 ф.

5) Потеря напора отъ движенія 0,755 куб. фут. воды по 6" отростку къ водонапорной башнѣ и по 6" стояку послѣдней, на общей длинѣ=50 саж., при скорости движенія воды=3,8 фут. и единичной потерѣ=0,01 . . . . . 3,5 ф.

Итого . 161,28 ф.

Прибавляя сюда 3,72 фута на преодолѣніе случайныхъ сопротивленій, общій напоръ, подъ которымъ придется работать насосомъ высокаго давленія при хозяйственномъ расходѣ воды въ городѣ, составитъ 165 футъ, почему работа каждаго изъ этихъ насосовъ опредѣлится изъ формулы:

$$N=\frac{k\times Q\times h\times 7}{15},$$

подставляя сюда соотвѣтственные величины, получимъ:

$$N=\frac{1,25\times 0,755\times 165\times 1,72}{15}=17,8$$ паров. силъ

или, округляя, получаемъ 18 паровыхъ силъ.

При пожарномъ случаѣ наиболѣе неблагопріятныя условія работы насосовъ высокаго давленія будутъ въ томъ случаѣ, когда имъ придется гнать воду къ тремъ пожарнымъ кра-

намъ, находящимся при наиболѣе неблагопріятныхъ условіяхъ ихъ дѣйствія. Такими пожарными кранами оказываются три крайнихъ пожарныхъ крана, находящихся на Московской улицѣ между Селезневскою и Театральною улицами, такъ какъ потеря напора на преодолѣніе тренія въ трубахъ при движеніи по нимъ какъ воды нормальнаго хозяйственнаго расхода, такъ и пожарнаго, въ количествѣ 120 вед. въ минуту, составитъ при дѣйствіи этихъ трехъ пожарныхъ крановъ, какъ это видно изъ прилагаемой къ проэкту таблицы (приложеніе № 3) точныхъ разсчетовъ потерей напора при дѣйствіи этихъ пожарныхъ крановъ, 70,567 футъ: такимъ образомъ напоръ, подъ которымъ придется качать воду насосомъ высокаго давленія, составится изъ слагаемыхъ:

1) Разница уровней мѣстности пожарнаго крана на углу Московской и Никольской улицъ и нижайшаго уровня воды въ запасномъ резервуарѣ =11,013—(4,33—1,25)=7,933 саж.= . 55,53 ф.

2) Потеря на треніе въ напорныхъ трубахъ . . . . . 70,57 ф.

3) Свободный напоръ у пожарныхъ крановъ=3 атмосферъ . . . . . 102 ф.

Итого . 228,1 ф.

Прибавляя сюда 1,9 фут. на преодолѣніе случайныхъ сопротивленій, мы получимъ, что напоръ, подъ которымъ придется работать насо-

сомъ высокаго давленія во время пожара, въ самомъ неблагопріятномъ случаѣ, составитъ 230 футъ или около 7 атмосферъ, почему работа насоса высокаго давленія опредѣлится для этого случая изъ формулы:

$$N = \frac{k \times Q \times h \times \gamma}{15}$$

подставляя сюда соотвѣтственныя величины, получимъ:

$$N = \frac{1{,}25 \times 1{,}625 \times 230 \times 1{,}72}{15} = 54 \text{ паров. лошадямъ.}$$

Достигнуть этого увеличенія работы въ однѣхъ и тѣхъ же водоподъемныхъ машинахъ предполагается тѣмъ, что онѣ проэктированы типа Worthington's patent compaund dupplex, при чемъ, при нормальномъ хозяйственномъ расходѣ воды въ городѣ, впускъ свѣжаго пара будетъ производиться въ ихъ малые цилиндры, а большіе цилиндры будутъ работать только расширеніемъ пара, а при пожарныхъ случаяхъ паръ будетъ впускаться непосредственно въ большіе цилиндры.

Число одиночныхъ ходовъ эти машины будутъ дѣлать: при нормальномъ снабженіи города водою—около 40, а во время пожаровъ—около 90, работая однимъ и тѣмъ же давленіемъ пара изъ котла—въ 8 атмосферъ.

Такимъ образомъ въ качествѣ основныхъ данныхъ при заказѣ насосовъ высокаго давленія должны быть поставлены требованія:

1) Насосы должны доставлять количества во-

ды: а) при нормальномъ давленіи 6.250 ведеръ въ часъ, или 0,755 куб. футъ въ секунду и б) при пожарномъ давленіи 13.450 ведеръ въ часъ, или 1,625 куб. футъ въ секунду;

2) Высота всасыванія, вмѣстѣ съ сопротивленіемъ на треніе и т. п. можетъ доходить до 12 футъ;

3) Напоръ, подъ которымъ должна качаться вода, вмѣстѣ съ сопротивленіемъ на треніе, долженъ составлять: а) при нормальныхъ условіяхъ 165 футъ и б) при пожарахъ—230 футъ:

4) Число одиночныхъ ходовъ насоса отъ 40 до 90:

5) Діаметръ всасывающей трубы=10 дюймамъ:

6) Діаметръ нагнетательной трубы=9 дюйм.:

7) Давленіе пара въ котлѣ=8 атмосферамъ.

Разсчетъ паровыхъ котловъ.

Въ виду прекраснаго качества Окской воды для питанія паровыхъ котловъ и необходимости имѣть возможность во всякій данный моментъ получить требуемое количество пара для работы насоса высокаго давленія подъ пожарнымъ напоромъ, мною проэктированы для Рязанскаго водопровода паровые котлы системы Babcock и Wilcox.

Количество пара, расходуемое въ часъ на одну паровую силу въ машинахъ безъ охлажденія пара, по П. Тиме (см. „Паровые котлы“ —

Тимс) составляетъ отъ 22,5 до 30 киллограммовъ.

Принимая эту послѣднюю цифру, полное количество пара, которое долженъ будетъ доставить одинъ котелъ въ теченіи часа, при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, составитъ:

(54+13)×30=2010 киллограммовъ. Такъ какъ 1 кв. метръ поверхности котла проэктированной системы „Babcock и Wilcox“ можетъ испарять до 22 киллограммовъ пара, то поверхность нагрѣва нашего котла опредѣлится изъ уравненія:

$\frac{2010}{22}$ = 91,4 кв. метр.=983,8 кв. фут.; для округленія принимаемъ площадь каждаго изъ паровыхъ котловъ въ 1.000 кв. футъ.

Давленіе пара въ котлѣ предполагается въ 8 атмосферъ=120 фунтовъ.

Разсчетъ дымовой трубы.

Судя по строенію всей почвы и подпочвы мѣстности расположенія машиннаго зданія, основаніе подъ фундаментомъ дымовой трубы будетъ представлять собою плотный грунтъ, вполнѣ хорошій для возведенія на немъ тяжелыхъ сооруженій, безъ всякаго искусственнаго укрѣпленія его; но принимая во вниманіе, что вода весенняго разлива рѣки Оки можетъ очень близко подступить къ машинному зданію, основаніе дымовой трубы проэктировано устроить все изъ бетона, также, какъ и дымоходы отъ паровыхъ котловъ, чтобы предупредить возможность про-

сачиванія въ нихъ воды изъ грунта во время весеннихъ разливовъ.

Площадь верхняго сѣченія дымовой трубы опредѣлена по формулѣ d'Arcet.

$$W_0 = S_0 \sqrt{\frac{10}{H}}$$

гдѣ:

W_0 — искомая площадь,

S_0 — площадь живого сѣченія колосниковъ рѣшетки, равная у насъ 6 кв. фут. =0,54 кв. метр.

H — высота дымовой трубы, считая отъ поверхности земли=70 футъ=21,4 метра.

Подставляя эти данныя въ нашу формулу, получаемъ.

$$W^0 = 0{,}54 \times \sqrt{\frac{10}{21{,}4}} = 0{,}54 \times \sqrt{0{,}47} =$$

$$= 0{,}37 \text{ кв. метра} = 4{,}1 \text{ кв. фута.}$$

Принимая послѣднюю величину за площадь круга, вписаннаго въ восьмиугольникъ, найдемъ, что діаметръ его или разстояніе между сторонами верхняго сѣченія трубы будетъ:

$$Д = 2{,}25 \text{ фута.}$$

Принятые размѣры дымовой трубы вполнѣ обезпечатъ хорошую тягу, такъ какъ вышеприведенная формула d'Arcet, по сравненію съ теоретическимъ разсчетомъ, заключаетъ въ себѣ большой запасъ.

Сѣченіе трубы принято восьмигранное, а сѣченіе цоколя—квадратное.

Вся труба раздѣлена по высотѣ на три части, по 18 футовъ въ каждой, изъ которыхъ: верхняя возводится въ 1 кирпичъ, средняя—въ 1½ кирпича и нижняя—въ 2 кирпича.

Цоколь имѣетъ толщину стѣнокъ въ 2½ кирпича, а пилястры его по угламъ—въ 3 кирпича.

Глубина заложенія фундамента взята въ 4 арш., а ширина его у основанія принята=6 арш., 14 верш.

Для повѣрки устойчивости дымовой трубы, при дѣйствіи на нее сильныхъ урагановъ, мы имѣемъ слѣдующія основныя данныя:

Верхняя часть трубы, съ толщиною стѣнокъ въ 1 кирпичъ вѣситъ . . .	550 пуд.
Средняя часть трубы, съ толщиною стѣнокъ въ 1½ кирпича, вѣситъ . .	1000 „
Нижняя часть трубы, съ толщиною стѣнокъ въ 2 кирпича, вѣситъ . . .	1430 „
Цоколь вѣситъ	2000 „
Итого полный вѣсъ трубы составитъ	4980 пуд.

Если означимъ черезъ P давленіе на трубу отъ силы вѣтра и черезъ g—вѣсъ самой трубы, то, очевидно, что для устойчивости трубы должно быть соблюдено условіе, чтобы моментъ опрокидывающій трубу, былъ менѣе момента сопротивленія, т. е. $P.\ b < g.\ a$

(см. прилагаемую схему, рисунокъ № 1).

Сильнѣйшій ураганъ, при скорости вѣтра въ 35 метровъ въ секунду, дастъ давленіе до 155 киллограм. на 1 кв. метръ; самый же сильный штормъ дастъ давленіе въ 200 киллограм. на 1 кв. метръ, или 1,14 пуда на 1 кв. футъ поверхности.

Принимая послѣднюю цифру давленія на единицу проэкціи поверхности нашей трубы, мы опредѣлимъ полное давленіе урагана на трубу изъ формулы:

$$p = к.\ Т.\ 1{,}14 \text{ пуда},$$

гдѣ:

Т—площадь проэкціи трубы на вертикальную плоскость,

К.—коэффиціентъ, зависящій отъ формы трубы, и для восьмигранной трубы=0,65.

Размѣры проэктированной трубы приняты слѣдующіе:

Разстояніе между наружными гранями вверху трубы . . . . . 4 ф.

Разстояніе между наружными гранями внизу трубы . . . . . 7 ф.

Высота собственно трубы . . . 55 ф.

Высота цоколя трубы . . . . . 15 ф.

Поэтому плащадь проэкціи трубы опредѣлится изъ уровненія:

$$Т = \frac{4+7}{2} \times (55+15) =$$

$$= 5{,}5 \times (55+15)=385 \text{ кв. фут.},$$

а потому величина давленія урагана на трубу опредѣлится изъ равенства:

$$P= 0{,}65\times385\times1{,}14=285 \text{ пуда.}$$

Для дальнѣйшаго разсчета устойчивости трубы предположимъ, что центръ тяжести трубы находится на половинѣ ея высоты, хотя въ дѣйствительности, въ виду разширенія трубы книзу, онъ будетъ находиться значительно ниже; такимъ образомъ плечо усилія, опрокидывающаго трубу, опредѣлится изъ равенства:

$$b=\frac{70}{2}=35 \text{ футъ},$$

плечо же сопротивленія=4,5 фута.

Вслѣдствіе этихъ данныхъ условіе устойчивости нашей трубы приметъ видъ:

285×35 должно быть менѣе 4.980×4,5
или 9.975<22.410,

т. е. мы имѣемъ запасъ прочности почти въ $2^1/_2$ раза даже и въ этомъ самомъ, крайне неблагопріятномъ, случаѣ.

Переходя къ опредѣленію величины давленія трубы на ея фундаментъ, мы имѣемъ, что площадь трубы въ этомъ мѣстѣ равняется,

$$f=9^2-3{,}5^2=81-12{,}25=68{,}75 \text{ кв. фута}$$

или 9792 кв. дюйма,

почему величина давленія трубы на 1 кв. дюймъ площади ея фундамента опредѣлится изъ равенства:

$$p=\frac{4980}{9792}=0,5 \text{ пуда},$$

т. е. представляетъ собою крайне незначительную величину.

Площадь основанія подъ трубу составляетъ:

$$16' \times 16' = 255 \text{ кв. футъ}.$$

Давленіе на это основаніе=вѣсу трубы, который равенъ 4980 пудовъ, вмѣстѣ съ вѣсомъ фундамента,=1350 пуд., т. е. общій вѣсъ всей трубы, вмѣстѣ съ ея фундаментомъ составляетъ 6330 пудовъ, такъ что давленіе на 1 кв. футъ основанія подъ трубою составитъ:

$$\frac{6330}{256}=25 \text{ пудамъ},$$

а на 1 кв. дюймъ:

$$\frac{25}{144}=0,18 \text{ пуда},$$

т. е. крайне незначительную величину. (См. рис № 2).

Фильтры.

Фильтры проэктированы на очищеніе въ теченіи сутокъ 100.000 вед. воды. Фильтры состоятъ изъ четырехъ равныхъ отдѣленій, изъ которыхъ въ трехъ находится фильтрующая среда, черезъ которую производится процѣживаніе, а слѣдовательно очищеніе воды, а четвертое играетъ роль запасного резервуара чистой воды, такъ какъ фильтры будутъ работать равномѣрно въ теченіи всѣхъ сутокъ, а насосъ, въ особенности въ первые годы дѣйствія водо- листъ 11. фиг. 5.

провода, будетъ качать воду въ городъ и въ бакъ водонапорной башни только по временамъ, почему резервуаръ чистой воды и будетъ скоплять въ себѣ чистую воду въ тѣ часы, когда насосъ не будетъ работать, и усиленно расходовать ее въ часы работы насоса.

Изъ трехъ отдѣленій фильтра въ работѣ предполагаются только два, а третье въ это время въ чисткѣ. Имѣя въ виду качество Окской воды, скорость фильтраціи, т. е. прохожденія воды черезъ песокъ, можно допустить не болѣе 6 дюймовъ въ часъ, почему суточная производительность 1 кв. сажени фильтра составитъ:

$$49 \times {}^{1}/_{2} \times 24 \times 2{,}3 = 1352 \text{ ведра},$$

почему для очищенія 100.000 вед. воды въ сутки работающая поверхность фильтръ должна равняться:

$$\frac{100000}{1352} = 73{,}96 \text{ кв. саж.}$$

а также какъ эта работа должна производиться на двухъ отдѣленіяхъ фильтра, то слѣдовательно площадь каждаго изъ нихъ должна составить:

$$\frac{83{,}96}{2} = 36{,}98 \text{ кв. саж.}$$

Мною проэктировано каждое отдѣленіе фильтра длиною въ $7^{1}/_{2}$ саж. и шириною въ 5 саж., т. е. оно будетъ имѣть площадь:

$$= 7{,}5 \times 5 = 37{,}5 \text{ кв. саж.},$$

а исключая отсюда площади двухъ каменныхъ

столбовъ, поддерживающихъ строительныя фермы и отдѣленія для входа воды=

$$=0,22+0,3=0,52 \text{ саж.},$$

работающая площадь каждаго изъ отдѣленій фильтра составитъ:

$$37,5-0,52=36,98 \text{ кв. саж.},$$

т. е. ту именно величину, которая и требуется намъ по разсчету.

Полъ отдѣленія чистой воды углубленъ противъ пола фильтра на 1 арш. 4 вер., почему наибольшая глубина въ немъ воды можетъ достигать до 3 арш. 12 вер., а слѣдовательно запасъ воды въ немъ можетъ достигать до фиг. 10.

$$[37,5-(0,22\times 2+0,085\times 6)]\times 1,25\times 789=36.235 \text{ вед.}$$

Всѣ отдѣленія фильтръ и резервуаръ чистой воды предполагается устроить на общемъ бетонномъ основаніи толщиною въ 4 вершка; всѣ стѣны до наивысшаго уровня стоянія воды—сложить на цементномъ растворѣ и какъ всѣ стѣны внутри, такъ и полы предположено, для достиженія полной водонепроницаемости, оштукатурить цементнымъ растворомъ.

Всѣ фильтры проэктировано перекрыть дере- фиг. 4 и 5.
вянными стропилами, устроить свѣтлый фонарь фиг. 2 и 3.
съ 4 окнами съ каждой стороны и покрыть всѣ крыши толемъ.

Зарядка фильтра, для удешевленія по возможности стоимости какъ съ самой, такъ и устройства всего фильтра, проэктирована по системѣ англійскаго инженера Muir'a, весьма ра-

ціонально примѣненной сперва въ Лондонскомъ водопроводѣ New River Company, потомъ во многихъ другихъ европейскихъ городахъ, а въ послѣднее время—въ фильтрахъ Петербургскаго водопровода.

Зарядка по системѣ инженера Muir'a состоитъ въ томъ, что сперва, вдоль даннаго отдѣленія фильтра, укладываются ряды кирпичей желѣзняка, располагая послѣдніе въ два яруса насухо, рядами въ длину, съ плотною притычкою одного кирпича къ другому, при разстояніи между рядами равномъ ширинѣ кирпича; такимъ образомъ на полу фильтра получается рядъ продольныхъ каналовъ, по которымъ профильтрованная вода должна будетъ стекать къ общему пріемному поперечному бетонному каналу. Эти продольные каналы перекрываются вплотную также кирпичами желѣзняка, располагая кирпичи въ направленіи перпендикулярномъ къ каналамъ, вслѣдствіе чего надъ каналами получается сплошной полъ съ очень небольшими промежутками между отдѣльными кирпичами, уложенными насухо, черезъ которые и можетъ стекать вода сверху внизъ—въ каналы. На полученномъ, такимъ образомъ, сплошномъ кирпичномъ полѣ уложены три ряда фильтрующихъ матеріаловъ, а именно: сперва 3 вершка хорошо промытаго гранитнаго щебня, потомъ 3 вершка мелкаго, хорошо промытаго гравія и, наконецъ, 16 вершковъ мелкаго хорошо промытаго песку; такимъ образомъ толщина всей фильтрующей среды составитъ всего 15 вершковъ. фиг. 4, 8 и 10.

Для фильтрованія на эту фильтрующую среду

будетъ напускаться вода, которая, проходя съ очень небольшою скоростью (6" въ часъ, т. е. 0,0016" въ секунду) сквозь толщу мелкаго песка, будетъ оставлять на послѣднемъ всѣ свои постороннія примѣси и такимъ образомъ проникать въ среду гравія и щебня, а потомъ и въ пріемные каналы совершенно уже очищенною. По мѣрѣ продолженія фильтраціи воды, на поверхности мелкаго песку будетъ скопляться все болѣе и болѣе осадковъ изъ воды, почему проникновеніе ея черезъ песокъ будетъ все болѣе затрудняться, а потому, для преодолѣнія этого сопротивленія напоръ воды, т. е. высота ея стоянія надъ пескомъ, будетъ постоянно возрастать. Наибольшую высоту этого стоянія воды надъ фильтрующимъ пескомъ предполагается допускать до 1 арш. 4 верш., послѣ чего вода изъ даннаго отдѣленія фильтра будетъ совершенно спускаться и онъ подвергаться чисткѣ, для чего достаточно будетъ снять только около 1/2 дюйма верхняго слоя песку, въ которомъ будетъ сконцентрированы всѣ осадки изъ воды.

По снятіи этого загрязненнаго слоя песку подъ нимъ окажется совершенно чистый песокъ, почему на него вновь будетъ напускаться вода и процессъ фильтрованія будетъ повторяться прежнимъ порядкомъ.

Послѣ 12 подобныхъ очищеній фильтра, когда такимъ образомъ толщина слоя мелкаго фильтрующаго песку уменьшится на 6 дюймовъ, снятый съ фильтра грязный песокъ надо будетъ промыть въ чистой, фильтрованной водѣ и снова досыпать имъ данное отдѣленіе фильтра.

Вода, накачиваемая насосами низкаго давленія въ отдѣленія фильтра, поступаетъ въ каждое изъ нихъ по особой 5" трубѣ, открывающейся въ отгороженное тремя стѣнками небольшое пространство фильтра, которое вода постепенно заполняетъ и, переливаясь, наконецъ, черезъ стѣнки, выведенныя до высоты уровня песка, распредѣляется равномѣрно и спокойно по послѣднему, чѣмъ предупреждается возможность его размыванія.

Такъ какъ во время сильныхъ пожаровъ запаса воды въ резервуарѣ чистой воды можетъ не хватить, а фильтры по своей конструкціи не могутъ доставлять болѣе 100.000 вед. въ сутки или 4.166 вед. въ часъ, то въ такихъ экстренныхъ случаяхъ предполагается качать прямо въ городъ воду нефильтрованную; а чтобъ, въ тоже время не загрязнить этою нефильтрованною водою резервуара чистой воды, въ послѣднемъ предполагается устроить особое отдѣленіе, соединяемое и разъединяемое краномъ отъ всего остальнаго резервуара; въ это отдѣленіе входитъ какъ 6" труба, подающая Окскую воду отъ насосовъ низкаго давленія, такъ и 10" всасывающая труба отъ насосовъ высокаго давленія. Въ случаѣ сильнаго и продолжительнаго пожара въ городѣ всегда представится возможность закрыть краны: 1) на трубѣ, ведущей воду на фильтры и 2) на всасывающей трубѣ, ведущей воду изъ резервуара чистой воды и открыть краны, ведущіе воду въ особое, описанное выше, отдѣленіе въ резервуарѣ чистой воды и въ этомъ случаѣ можно уже будетъ подавать въ городъ полное количество воды, какое

только могутъ качать какъ верхніе, такъ и нижніе насосы, т. е. до 13.450 вед. воды въ часъ, или втрое болѣе того количества, которое могли бы доставить фильтры.

Существенное значеніе въ дѣлѣ фильтрованія имѣетъ строгая его равномѣрность, внѣ зависимости отъ того, каково положеніе уровня воды на фильтрѣ и въ резервуарѣ и качается ли вода на фильтрѣ или нѣтъ; только при этомъ условіи можетъ быть получена опредѣленная скорость фильтрованія и предупреждается возможность быстраго временнаго прохожденія воды черезъ песокъ и полученія отъ этого мѣстныхъ его размывовъ, черезъ которые недостаточно очищенная вода могла бы проникнуть въ нижніе водосборные каналы, а оттуда и въ резервуаръ чистой воды.

Для достиженія выше поставленной цѣли очи- фиг. 9.
щенная вода переводится изъ сборныхъ каналовъ фильтръ не непосредственно въ резервуаръ чистой воды, а при помощи особыхъ регулирующихъ приборовъ, опредѣляющихъ собою строго равномѣрное и однообразное поступленіе воды изъ фильтръ въ резервуаръ; съ этою цѣлью каждая изъ трехъ трубъ, приводящихъ воду изъ отдѣленій въ резервуаръ, оканчивается 4-хъ дюймовымъ желѣзнымъ стоякомъ, высотою на 3 вершка ниже уровня фильтрующаго пѣску; по этому стояку свободно двигается мѣдная трубка, открытая съ обѣихъ сторонъ и подвѣшенная, при помощи цѣпи, къ одному изъ желобовъ двухъ—желобчатаго блока, по другому желобу котораго ходитъ цѣпь, имѣющая

на одномъ своемъ концѣ грузъ, а на другомъ поплавокъ, плавающій въ сосѣднемъ отдѣленіи фильтра. Понятное дѣло, что при подобномъ соединеніи, вмѣстѣ съ подъемомъ уровня воды въ резервуарѣ, будетъ подыматься и мѣдная трубка. Чтобы предупредить возможность проникновенія воды между желѣзнымъ стоякомъ и мѣдною трубкою, между ними проложено круглое резиновое кольцо, которое и катается между ихъ стѣнками, герметически запирая проходъ воды между ними.

Очевидно, что при подобномъ устройствѣ, вода, поступающая въ резервуаръ изъ фильтра, будетъ переливаться черезъ подвижной верхній край мѣдной трубки, почему, установивъ его на опредѣленную высоту ниже уровня воды на фильтрѣ, т. е. установивъ опредѣленный напоръ воды, подъ которымъ вода должна проходить сквозь фильтрующую среду, этотъ напоръ будетъ оставаться всегда постояннымъ, внѣ зависимости отъ положенія уровней воды на фильтрѣ и въ резервуарѣ, чѣмъ и обусловится постоянная скорость фильтрованія воды, столь необходимая для совершенства процесса ея очищенія.

Изъ каждаго отдѣленія фильтра, какъ и изъ резервуара чистой воды, проэктированы 4" спускныя трубы, при помощи которыхъ представится всегда возможность вполнѣ освободить отъ воды каждое изъ нихъ. фиг. 5.

На случай сильныхъ зимнихъ холодовъ въ помѣщеніи фильтра проэктировано устроить двѣ круглыя печи, топкою которыхъ можно будетъ

всегда поддерживать въ помѣщеніи фильтръ температуру отъ+2° до+3°.

Водонапорная башня.

Для того, чтобы дать насосу вполнѣ ровный и плавный ходъ, а также имѣть и нѣкоторый запасъ воды на ночные часы, когда работа насоса можетъ совершенно останавливаться, на площади гостинныхъ рядовъ, какъ мѣстѣ сравнительно наиболѣе высокомъ, наиболѣе центральномъ и наиболѣе удобномъ въ техническомъ отношеніи, проэктировано устроить водонапорную башню съ бакомъ, могущимъ заключать въ себѣ запасъ воды до 14000 ведеръ. **листъ 14.**

Башню предполагается устроить восьмигранную въ 4 этажа, общая высота которыхъ составитъ около 13 сажень.

Первый этажъ башни предполагается занять подъ квартиру сторожа.

Посреди башни возвышается кирпичная колона, цѣль которой поддерживать балки, несущія грузъ бака.

Балки другими своими концами опираются на стѣны башни и, такимъ образомъ, располагаются по радіусамъ ея поперечнаго сѣченія.

Давленіе балокъ, поддерживающихъ бакъ, будетъ передаваться на стѣны башни при помощи отдѣльныхъ чугунныхъ башмаковъ надлежащихъ размѣровъ.

Все зданіе башни проэктировано возвести на общемъ бетонномъ основаніи, толщиною въ

1 аршинъ: на послѣднемъ—фундаментъ изъ крупнаго мѣстнаго булыжнаго камня на известковомъ растворѣ, высотою въ 9 футовъ, а далѣе —стѣны.

Стѣны башни проэктированы слѣдующихъ размѣровъ:

Перваго этажа	. . . . .	въ 4 кирпича.
Второго „	. . . . .	въ 3 1/2 „
Третьяго „	. . . . .	въ 3 „
и четвертаго „	. . . . .	въ 2 1/2 „

Чтобы предохранить воду въ бакѣ отъ возможности замерзанія ея зимою въ сильные морозы, всю окружность бака предположено обогнуть желѣзными дымовыми трубами, отводящими дымъ отъ плиты и печи, установленныхъ внизу, въ помѣщеніи сторожа.

Подъемъ къ баку производится при помощи деревянныхъ лѣстницъ съ перилами.

Къ стѣнамъ башни съ одной стороны укрѣплена подъемная труба (она-же и расхожая), діаметромъ въ 6", которыя однимъ—изливнымъ —отросткомъ кончается надъ бакомъ, а вторымъ —расхожимъ входитъ въ дно бака; на послѣднемъ отросткѣ поставленъ обратный клапанъ, дающій возможность водѣ выходить изъ бака по этому отростку, но не позволяющій водѣ входить по немъ въ бакъ, чтобы обусловить этимъ непремѣнное изліяніе воды въ бакъ сверху, а слѣдовательно и лучшее освѣженіе воды тѣмъ воздухомъ, который она будетъ увлекать

съ собою при паденіи ее каскадомъ сверху внизъ.

Съ противуположной стороны башни къ стѣнѣ прикрѣплена 6" предохранительная сливная труба, къ которой подъ бакомъ присоединенъ 4" промывной отростокъ.

Какъ та, такъ и другая трубы прикрѣплены къ стѣнамъ башни спеціальными желѣзными хомутами, задѣланными въ кладку.

На подъемной трубѣ, въ первомъ этажѣ зданія, установленъ створный кранъ, при помощи котораго можно изолировать бакъ отъ водопроводной сѣти, чтобы имѣть возможность, въ случаѣ необходимости, какъ напримѣръ, въ случаѣ сильнаго пожара въ городѣ, качать воду въ городъ подъ усиленнымъ давленіемъ непосредственно отъ машины.

Промывная труба, діаметромъ въ 4", открывающаяся прямо въ дно бака, имѣетъ створный кранъ, установленный въ третьемъ этажѣ зданія, который открывается только въ томъ случаѣ, если нужно опорожнить бакъ.

Сливная труба, назначеніе которой убирать лишнюю воду, когда уровень послѣдней подымется выше 14 футовъ отъ дна бака, соединяется помощью колѣна на этомъ предѣльномъ уровнѣ съ боковою стѣнкою бака и, такимъ образомъ, даетъ возможность сливаться всей излишней водѣ.

На крышѣ башни предполагается устроить площадку и на ней—небольшую деревянную

будку для помѣщенія здѣсь наблюдательнаго пожарнаго поста.

Внизу, при помѣщеніи сторожа, предположено устроить три выпуска: одинъ—для отпуска воды водовозамъ, второй—для отпуска воды въ ручную посуду и третій—для водопоя лошадей.

Внизу, въ помѣщеніи сторожа, проэктировано устроить также и указатель уровня воды въ бакѣ, показанія котораго будутъ, при помощи проводовъ и электричества, автоматически передаваться въ машинное зданіе, въ которомъ машинистъ такимъ образомъ, всегда будетъ знать, съ точностью до одного фута, о положеніи уровня воды въ водонапорной башнѣ и съ этимъ сообразовать работу насосовъ, качающихъ воду.

Разсчетъ бака, балокъ и колонны водонапорной башни.

Въ виду условій водоснабженія города Рязани, запасный бакъ на водонапорной башнѣ проэктированъ на 14 до 15 тысячъ ведеръ воды.

Бакъ проэктированъ съ площадью основанія, соотвѣтствующей діаметру его въ 24 фута и полезной высотѣ равной 2 саженямъ; повѣримъ теперь его внутренній полезный объемъ: при Д=24 фут., площадь основанія=452,389 кв. ф., а объемъ, соотвѣтствующій высотѣ въ 14'= 452,389×14=6332,2 к. ф.

Количество ведеръ воды, соотвѣтствующее этому объему, равняется 6332,2×2,33=14.754 вед., слѣдовательно каждый футъ высоты бака будетъ содержать объемъ воды=$\frac{14.754}{14}$=1.054 вед.

Принимая во вниманіе, что изъ объема, соотвѣтствующаго 14 футамъ высоты, потеряется находящійся у дна бака объемъ воды, соотвѣтствующій мертвому его пространству=6" или $^1/_2$ футу, то полезный объемъ бака будетъ равняться $14.754 - \frac{1054}{2} = 14.227$ вед.

Для помѣщенія сливной предохранительной трубы и запаснаго пространства между нею и 14 футовой высотой воды въ бакѣ, высота бака увеличена еще на одинъ футъ, такъ что основные размѣры бака являются слѣдующіе:

Діаметръ = 24'

Высота = 15'

Высота мертваго пространства у дна бака=6".

Бакъ проэктировано сдѣлать желѣзный, клепанный; по высотѣ онъ будетъ имѣть четыре пояса, изъ которыхъ три должны имѣть по 4', а четвертый, верхній, только 3'.

Толщина желѣза бака проэктирована: для дна — въ $^3/_{16}$",

для двухъ нижнихъ поясовъ . . . въ $^5/_{32}$"

для третьяго . . . . . въ $^1/_8$"

и для верхняго . . . . . въ $^3/_{32}$"

Для провѣрки принятой толщины листовъ желѣза бака, будемъ разсматривать послѣдній какъ трубу, діаметромъ въ 24 фута, на которую производится радіальное извнутри давленіе воды и провѣримъ самое нижнее его сѣченіе,

какъ выдерживающее наибольшее давленіе, при чемъ будемъ разсматривать его какъ отдѣльное кольцо, высотою въ 1 дюймъ, не обращая вниманія на его горизонтальныя соединенія съ дномъ бака и слѣдующимъ выше его лежащимъ кольцомъ желѣза; при этихъ крайне невыгодныхъ для условій крѣпости предположеніяхъ— напряженіе желѣза въ нижнемъ, самомъ опасномъ сѣченіи опредѣлится изъ уравненія:

2. $Te = \triangle$ D. h, гдѣ

T — напряженіе желѣза

e — толщина его, составляющая въ нашемъ случаѣ $^{5}/_{32}$"

∇ — вѣсъ единицы воды $= \frac{1.72}{144.12}$ пуда

D — діаметръ бака = 24 фут. = 288 дюйм.

h — высота бака = 14" „ = 168 „

Изъ нашей формулы мы имѣемъ:

$T = \frac{\nabla \text{ D. h}}{2\ e}$ или подставляя въ нее вышеприведенныя частныя значенія получимъ, что

$T = \frac{1{,}72 \times 288 \times 32}{144 \times 12 \times 2 \times 5} = 154{,}1$ пуда на 1 кв. дюймъ,

что представляется вполнѣ умѣреннымъ напряженіемъ, такъ какъ, считая даже десятикратную прочность, принято допускать въ сооруженіяхъ напряженіе желѣза при его растяженіи до 260 пудовъ на 1 кв. дюймъ.

Перейдемъ теперь къ опредѣленію прочныхъ размѣровъ балокъ, долженствующихъ поддержи-

вать и передавать на стѣны и центральную колонку весь грузъ бака, а также и могущаго находиться въ немъ максимальнаго объема воды.

Нагрузка балокъ составляется изъ двухъ частей: a) Вѣсъ самаго бака и b) вѣсъ максимальнаго могущаго въ немъ быть объема воды.

Опредѣлимъ первое.

При діаметрѣ бака равномъ 24 футамъ, длина окружности=75,4 фута.

Принимая во вниманіе ранѣе приведенные размѣры отдѣльныхъ поясовъ получимъ, что вѣсъ верхняго пояса$=\frac{75,4\times3\times3\times13,5}{32\times12}=23,85$ пуда.

Вѣсъ втораго пояса$=\frac{75,4\times4\times4\times13,5}{32\times12}=42,40$ пуд.

Вѣсъ третьяго пояса $=\frac{75,4\times4\times5\times13,5}{32\times12}=53,00$ пуд.

Вѣсъ четвертаго пояса$=\frac{75,4\times4\times5\times13,5}{32\times12}=53,00$ пуд.

Вѣсъ дна$=\frac{452,39\times3\times13,5}{16\times12}$ . . . . . $=95,45$ пуд.

Итого вѣсъ листовъ бака $=267,70$ пуд.

Прибавляя сюда вѣсъ заклепокъ около 23 пудовъ и добавочный вѣсъ около 110 пуд., получаемый вслѣдствіе какъ перекрытія листовъ на соединеніяхъ ихъ, такъ и вѣсъ двухъ угольниковъ—верхняго жесткаго и нижняго соединительнаго, получимъ, что общій вѣсъ бака въ настоящемъ случаѣ можетъ для дальнѣйшихъ разсчетовъ принятъ въ 400 пудовъ.

Для опредѣленія второго слагаемаго общей нагрузки на балки вспомнимъ, что ранѣе мы нашли, что количество воды въ бакѣ, соотвѣтствующее высотѣ ея стоянія въ немъ въ 14 футъ, равняется 14.754 вед. Допуская, что, при недосмотрѣ прислуги машиннаго зданія и башни, явилась бы перекачка воды съ потерей ея въ предохранительную, сливную трубу, вслѣдствіе чего въ бакѣ сверхъ вышеуказанныхъ 14.754 ведеръ явилось бы еще около 400 вед. (объемъ, соотвѣтствующій высотѣ почти въ 4,5"), то полное количество воды, которое можетъ быть въ бакѣ=15.154 вед.

Вѣсъ этого количества воды=$\frac{15.154\times3}{4}$=11.365 пуд.

Прибавляя сюда полный вѣсъ бака=400 пуд. получаемъ, что общая нагрузка на балки=11.365+400=11.765 пудовъ.

Принимая діаметръ центральной колоны въ верхнемъ ея сѣченіи равнымъ $5^1/_2$ футовъ, найдемъ, что давленіе, передаваемое непосредственно на колону, будетъ состоять изъ вѣса столба воды надъ ней находящагося, и вѣса соотвѣтственно площади дна бака.

1) Объемъ воды, находящейся надъ колоной =23,76×14=332,64 куб. фут.

Вѣсъ этой воды=$\frac{332,64\times7}{4}$=582,12 пуд.

2) Объемъ части днища=$\frac{23,76\times3}{16\times12}$=0,37 куб. фут.

Вѣсъ его=0,37×13,50=около 5 пуд.

Слѣдовательно общій вѣсъ, передаваемый непосредственно на колону=

=582,12+5=587,12 пуд.

Поэтому общая нагрузка на всѣ шестнадцать балокъ будетъ равна: 11.766 — 587,12=около 11.179 пудовъ, а на каждую балку нагрузка будетъ равняться $\frac{11179}{16}$=около 700 пудовъ.

Найденное давленіе въ 700 пудовъ на каждую балку распредѣлится по ней пропорціонально площади сектора дна бака a b c d (фиг. 1-я см. рис. № 3), гдѣ уголъ образуемый радіусами= $\frac{360}{16}$=$22^1/_2{}^0$.

Для удобства дальнѣйшаго разсчета замѣнимъ площадь a b c d, равной ей по величинѣ площадью трапеціи k s m n (фиг. 2-я см. рис. № 4), высота которой h опредѣлится изъ уравненія ^{h}=2.12 Lin $11^0 15'$=24.0,195=4,680 и распредѣленіе нагрузки по балкѣ примемъ пропорціональнымъ этой площади.

Для опредѣленія давленія на опорныя точки балки найдетъ центръ тяжести трапеціи k s m n.

Для этого опредѣлимъ предварительно величину k. s,

$$k\ s=\frac{4,680\times 2,75}{12}=1 \text{ футу.}$$

Тогда разстояніе центра тяжести трапеціи отъ k s опредѣлится по формулѣ:

$$\text{КТ}\ \frac{9,25}{3}\times\frac{1+2\times4,68}{1+4,68}=\frac{9,25}{3}\times1,83=5,64\ \text{ф.}$$

Изъ уравненія моментовъ относительно опоры А на прилагаемомъ эскизѣ (фиг. 3-я см. рис. № 5) имѣемъ:

$$700\times5,64-(700-X)\ 12,25=0\ \text{или}$$

$$700\times5,64-12,25.700+12,25X=0\ \text{откуда}$$

$$X=\frac{700\times6,61}{12,25}=377,7\ \text{пуд.}$$

Тогда давленіе на опору $B=$

$$=700-377,7=322,3\ \text{пуд.}$$

слѣдовательно—

Общій грузъ, передаваемый на колону будетъ равняться$=587,12+16\times377,5=$

$=6.630,\ 2$ пуд.;

прибавивъ къ этой нагрузкѣ еще вѣсъ 8 балокъ$=8\times20=160$ пудамъ, получимъ, что полная нагрузка на верхнюю площадь колоны$=$
$=6630,2+160=6790,160$ или, округляя
$=$около 6.800 пудовъ.

Считая безопасной нагрузкой на 1 кв. футъ для кирпича давленіе въ 300 пудовъ, получимъ, что верхняя площадь поддерживающей балки колоны должна быть не менѣе $\frac{6800}{300}=22,66$ к. ф., что при кругломъ ея сѣченіи соотвѣтствуетъ діаметру въ 5,37 фут., нами же принятъ верхній діаметръ колоны$=5,5$ фут.

До перваго обрѣза на колонѣ объемъ ея кирпичной кладки будетъ=21×23,75=498,75 куб. футовъ.

Вѣсъ ея=498,75×3,23=1610,96 пуд.

Прибавляя нагрузку на верхнюю площадь =6800 пуд., получимъ общее давленіе на разстояніи 21 фута отъ бака=1610,96+6800=8410,96 пуд. и площадь ея сѣченія должна быть

$$\geq \frac{8.410,96}{300} = 28,03$$ — что соотвѣтствуетъ діаметру=5,98 фут.; нами же принятъ діаметръ колоны въ этомъ сѣченіи=6 футамъ.

Переходя къ слѣдующему обрѣзу найдемъ, что:

Объемъ кирпичной кладки=21×28,3=588,63 куб. футовъ.

Вѣсъ ея=588,63×3,23=1901,27 пуд.

Прибавляя сюда раньше исчисленную нагрузку, получимъ, что давленіе на колону въ разстояніи 42' отъ дна балки будетъ равняться:

8410,96+1901,27=10312,23 пуд., а площадь сѣченія колоны должна быть

$$\geq \frac{10.312,23}{300} = 34,38$$ кв. футовъ, что соотвѣтствуетъ діаметру=6,6 фута; нами же принятъ діаметръ колоны въ этомъ сѣченіи =6,75 фута.

Для слѣдующаго обрѣза:

Объемъ кладки=34,38×21=721,98 куб. фут.

Вѣсъ ея=721,98×3,23=2331,99 пуд.=2332 п. Общее давленіе на сѣченіе, находящееся въ разстояніи 63' отъ дна бака, будетъ равняться=

10312,23+2332=12644,23

и площадь сѣченія колоны должна быть

$$\geq \frac{12644,23}{300} = 42,15$$ кв. фут., что соотвѣтствуетъ діаметру=7,33 фута; нами же діаметръ колонъ въ этомъ сѣченіи взятъ=7,5 ф.

На слѣдующемъ обрѣзѣ въ разстояніи 70' отъ дна бака.

Объемъ кладки=7.42,15=295,05 куб. фут.

Вѣсъ ея=295,05×3,23=953 пуд.

Общее давленіе будетъ равняться=

12.644,23×953=13597, 23

и площадь сѣченія ея:

$$\geq \frac{13597,23}{300} = 45,32$$ кв. фут.,

что соотвѣтствуетъ діаметру въ 7,6'; нами же діаметръ круглаго сѣченія основанія подъ колону принятъ=8 фут.; такимъ образомъ всѣ принятыя нами въ проэктѣ размѣры для центральной колоны вполнѣ удовлетворяютъ условіямъ ея прочности.

Перейдемъ теперь къ опредѣленію размѣровъ поддерживающихъ бакъ балокъ, для чего распредѣлимъ общую нагрузку на каждую балку по 700 пудовъ, пропорціонально площади i k m n (фиг. 2-я), причемъ законъ распредѣленія груза на балкѣ изобразится графически этой площадью (фиг. 4 см. рис. № 6).

Площадь же эту разобьемъ на двѣ части—1' на прямоугольную, изображающую равномѣрно распредѣленную нагрузку и треугольную, —неравномѣрно распредѣленный грузъ.

Опредѣлимъ величину этихъ нагрузокъ, пропорціональныхъ указаннымъ площадямъ:

Площадь $P = 9',25 \times 1' = 9,25$ кв. футъ.

Площадь $Q = \frac{9,25}{2}(4,68-1) = \frac{9,25}{2} \times 3,68 = 17,02$

и слѣдовательно $\frac{P}{Q} = \frac{1}{1,84} = \frac{100}{184} = 0,54$

или $P. = 0,54\ Q,$

а такъ какъ $P+Q = 700$ пуд., то $1,54\ Q = 700$ пуд.

или $Q = \frac{700}{1,54} = 455$ пуд., а

$P. = 700-455 = 245$ пуд.

Теперь опредѣлимъ изгибающій моментъ относительно произвольнаго сѣченія K, находящагося на разстояніи X отъ опоры B.

Площадь треугольника $к\,к\,о = q$ опредѣлится изъ уравненія $\frac{Q}{q} = \frac{(9,25)^2}{(12,25-x)^2}$

Откуда $q = Q\,\frac{(12,25-x)^2}{(9,25)^2}$

Изгибающій моментъ выразится произведеніемъ q на разстояніе центра тяжести треугольника отъ сѣченія, т. е. на $\frac{(12,25-x)}{3}$ и слѣдовательно моментъ неравномѣрно распредѣленнаго груза выразится формулой— $\frac{Q\,(12,25-x)^3}{3\,(9,25)^2}$

Моментъ равномѣрно распредѣленнаго груза P получится слѣдующимъ образомъ: на единицу длины балки дѣйствуетъ нагрузка $\frac{P}{9,25}$, а потому на длинѣ $(12,25 - X)$ — будетъ дѣйствовать $\frac{P}{9,25}(12,25 - X)$

Помноживъ же найденную величину нагрузки на разстояніе центра тяжести прямоугольника, получимъ, что второй членъ уравненія моментовъ выразится такимъ образомъ:

$$\frac{P.\ (12,25 - X)}{9,25}\ \frac{(12,25 - X)}{2} = \frac{P}{9,25}\ \frac{(12,25 - X)^2}{2}$$

Моментъ же сопротивленія опоры будетъ равняться:

$$377,7\ (12,25 - X):$$

при этихъ данныхъ моментъ для силъ, дѣйствующихъ на лѣвую сторону балки, относительно сѣченія X выразится формулой:

$$\frac{455\ (12,25 - X)^3}{3\ (9,25)^2} + \frac{245}{9,25}\frac{(12,25 - X)^2}{2} - 377,7\ (12,25 - X) = 0$$

найдемъ теперь максимумъ этого выраженія, для чего возьмемъ первую производную по X и приравняемъ ее нулю:

$$\frac{455}{3\ (9,25)^2}\left[-3\ (12,25)^2 + 3.\ 2.\ 12,25\ X - 3X^2\right] + \frac{245}{2.9,25}$$

$$\left[-2X12,25 + 2\ X\right] + 377,7 = 0, \text{ или:}$$

$$\frac{455}{3X9,25}\left[-3X(12,25)^2 + 3.2.12,25X - 3\ X^2\right] +$$

$$+ \frac{245}{2}\left[-2X12,25 + 2X\right] + 377,7X9,25 = 0, \text{ или:}$$

$$-\frac{455.3.12,25^2}{3.9,25}+\frac{455.6.12,25}{3.9,25}X\ \frac{455.3}{3.9,25}X^2-$$

$$-\frac{245.2.12,25}{2}+\frac{2.245}{2}X+377,7.9,25=0$$

или:

$$-\frac{455.12,25}{9,25}+\frac{455.2.12,25}{9,25}X-\frac{455}{9,25}X^2-$$

$$-245.\ 12,25+245\,X+377,7.\ 9,25=0$$

или:

$$-7400+1205,1\,X-49,19\,X^2-3001,25+245\,X+$$

$$+3493,725=0$$

или:

$$49,19\,X^2-1450,1\,X=-6907,53$$

или:

$$X^2-29,48\,X=-140,4$$ откуда

$$X=14,74+\sqrt{(14,74)^2-140,4}=14,74+\sqrt{217,26-140,4}=$$

$$=14,74+\sqrt{76,86}=14,74-8,76=\infty\ 6'$$

т. е. наибольшій изгибающій моментъ будетъ при $X=6$ футамъ подставляя значеніе $X=6$ фут. въ найденное выраженіе момента, получимъ, что наибольшій изгибающій моментъ для нашего случая будетъ равняться:

$$\text{Мом. max}=\frac{455\ (6,25)^3}{3\ (9,25)^2}+\frac{245\ (6,25)^2}{9,25.2}-377,7.6,25=$$

$$=432,77+517,31-2360,62=1410,54.$$

Переходя къ пудо-дюймамъ, получимъ что Мом. max $=1410,54X12=16926,48$.

Допуская же сопротивленіе желѣза, принимая во вниманіе отсутствіе сотрясенія и ударовъ, въ 425 пуд. на 1 кв. дюймъ, получимъ,

что моментъ прочнаго сопротивленія балки долженъ быть не менѣе $\frac{16926}{45}$ = 40 пудамъ, взявъ же двутавровую балку сѣченія изображеннаго на фигурѣ 5, см. рис. № 7, мы вполнѣ будемъ гарантированы въ отношеніи ея прочности, такъ какъ моментъ ея прочнаго сопротивленія равенъ 40,8 пуда.

Разсчетъ сѣти трубъ.

При разсчетѣ сѣти уличныхъ трубъ Рязанскаго водопровода приняты слѣдующія основныя положенія.

1. Суточный хозяйственный расходъ воды въ городѣ принятъ равнымъ 100.000 ведеръ и притомъ такъ распредѣленнымъ, что одна половина его отнесена къ 8 часамъ дня, а другая—къ остальнымъ 16 часамъ сутокъ, вслѣдствіе чего часовой хозяйственный расходъ составитъ 6250 вед., а секундный $\frac{6.250}{3.600\times2,3}$ = 0,755 куб. футъ, каковая цифра и принята за основаніе секундnаго хозяйственнаго расхода воды въ городѣ. Этотъ расходъ, предположенъ распредѣленнымъ равномѣрно по всей сѣти уличныхъ трубъ, почему, вычитая изъ общей длины ихъ въ 12 верстъ 256 саженъ длину трубъ, вдоль которыхъ нѣтъ и не можетъ быть домовъ и которая=311 саж., получаемъ величину секуннаго хозяйственнаго расхода воды на 1 пог. сажень длины уличныхъ трубъ $=\frac{0,755}{5947}$ =0,000127 куб. ф.

2. Пожарный расходъ принятъ для одного пожарнаго крана въ 40 вед. въ минуту или 0,29 куб. футовъ въ секунду, почему общій секундный пожарный расходъ воды, при одновременномъ дѣйствіи трехъ пожарныхъ кранновъ, составитъ 0,87 куб. футовъ.

3. Всѣ разсчеты потерей напоровъ произведены по выше приведенной формулѣ и таблицамъ д'Арси, причемъ при разсчетѣ введено предположеніе, что всѣ трубы уличной сѣти будутъ асфальтированы по патенту д-ра Агнуса Смита.

4. При разсчетѣ потерей напоровъ равномѣрный расходъ воды на каждой линіи отнесенъ къ ея конечной точкѣ, черезъ что, при разсчетахъ, соотвѣтственныя потери напоровъ, имѣя въ виду запасъ напора, являются увеличенными.

5. Діаметры трубъ подобраны такимъ образомъ, чтобы, имѣя въ виду хорошее дѣйствіе пожарныхъ кранновъ, давленіе воды въ сѣти трубъ, при пожарныхъ условіяхъ и при начальномъ давленіи воды у машиннаго зданія около 7 атмосферъ, не было нигдѣ менѣе 3 атмосферъ=102 фут.

6. По отношенію положенія уровня воды въ бакѣ, при хозяйственномъ расходѣ воды, всѣ разсчеты ведены были въ предположеніи самаго невыгоднаго случая, т. е. что вода находится въ бакѣ, только что покрывая его дно, такъ что въ дѣйствительности всѣ напоры будутъ больше на высоту стоянія воды въ бакѣ.

При этихъ основныхъ предположеніяхъ произведены всѣ разсчеты нашей водопроводной сѣти трубъ при двухъ обстоятельствахъ положенія дѣла:

а) для случая наименѣе выгоднаго пожарна- пр. № 3.
го расхода воды въ городѣ, т. е. когда будутъ дѣйствовать 3 пожарные крана въ концѣ Московской улицы и весь секундный расходъ=1,625 куб. фут. будетъ качаться машинами непосредственно въ сѣть трубъ и бакъ будетъ изолированъ отъ послѣдней.

b) для случая расхода воды исключительно пр. № 4.
изъ бака, въ предположеніи, что машины не работаютъ и все снабженіе города водою производится изъ бака при секундномъ расходѣ въ 0,755 куб. футовъ.

Для этихъ двухъ предположеній сдѣланы подробные детальные разсчеты для всей нашей уличной сѣти трубъ и окончательные выводы этихъ разсчетовъ сгруппированы въ прилагаемыхъ при этой запискѣ двухъ таблицахъ, въ которыхъ сосредоточены всѣ обстоятельства, касающіяся каждаго отдѣльнаго куска водопроводной трубы, т. е. показаны:

1) Количество воды, расходуемое на протяженіи этой трубы, 2) количество воды, проходящее по этой трубѣ далѣе, 3) скорость движенія по ней воды, 4) потеря напора, происходящая при этомъ движеніи, 5) относительное положеніе высотъ ея начальной и конечной точекъ и 6) какъ результатъ всего этого — тѣ напоры, которые будутъ существовать въ этихъ ея точкахъ.

Опредѣленіе толщины стѣнокъ трубъ нашего водопровода произведено по извѣстной формулѣ Крафтса, имѣющей видъ:

$$t=0{,}000072\ h.\ d+0{,}2''$$

гдѣ:

t—толщина стѣнокъ трубъ въ дюймахъ,

h—величина напора воды въ футахъ;

d—діаметръ трубы въ дюймахъ.

При разсчетѣ трубъ нашего водопровода, напоръ воды принятъ максимальный, какой только можетъ существовать въ сѣти трубъ, а именно равный 7 атмосф.=240 фут.

При этомъ условіи:

Для 9" трубъ наша формула приметъ видъ:

$$t=0{,}000072\times240\times9+0{,}2$$

откуда $t=0{,}355$ дюйм.,
для увеличенія прочности, толщина стѣнокъ 9" трубъ принята въ $0{,}437=^{7}/_{16}$ дюйма.

Для 7" трубъ наша формула приметъ видъ:

$$t=0{,}000072\times240\times7+0{,}2$$

откуда:

$t=0{,}32$ дюйма,

для увеличенія прочности, толщина стѣнокъ 7" трубъ принята въ $0{,}375=^{3}/_{8}$ дюйма.

Для 6" трубъ формула Крафтса приметъ видъ:

$$t=0{,}000072\times240\times6+0{,}2$$

откуда:

$$t=0{,}32 \text{ дюйма},$$

для увеличенія сопротивленія, толщина стѣнокъ 6" трубъ принята въ $0{,}375=^{3}/_{8}$ дюйма.

Толщина стѣнокъ 4" трубъ по формулѣ Крафтса опредѣлится такъ:

$$t=0{,}000072\times240\times4+0{,}2$$

откуда толщина стѣнокъ 4" трубъ опредѣлится:

$$t=0{,}28 \text{ дюйм.}$$

для увеличенія прочности 4" трубъ, толщина ихъ стѣнокъ принята нами въ $0{,}31$ дюйма$=^{5}/_{16}$ дюйма.

Всѣ эти разсчеты ведены въ предположеніи, что трубы будутъ отлиты изъ лучшаго, мягкаго, сѣраго мелко-зернистаго чугуна; что отливка этихъ трубъ будетъ произведена на спеціальномъ труболитейномъ заводѣ, производящемъ, какъ непремѣнное условіе, отливку трубъ вертикально, и, притомъ, раструбомъ внизъ, для того, чтобы въ раструбахъ, какъ части трубы, подвергающейся наибольшимъ усиліямъ, имѣть наиболѣе плотный металлъ.

Профиль раструбовъ трубъ принята американскаго типа, т. е. съ внутреннимъ углубленіемъ въ видѣ обратнаго конуса, почему, при соединеніи трубъ, свинецъ, заливаясь въ него получаетъ свою разширенную часть внутри раструба, а болѣе съуженную внѣ его, вслѣдствіе чего при увеличенномъ давленіи воды въ трубѣ, стремящемся выдвинуть спай изъ раструба, свинецъ еще болѣе уплотняется, а слѣ-

довательно и дѣлаетъ соединеніе еще болѣе герметическимъ.

Асфальтировка трубъ должна быть произведена непремѣнно по патенту доктора Агнуса Смита и производиться на трубахъ въ нагрѣтомъ состояніи, такъ, чтобы температура ихъ была не ниже 250° Ц. Только при этихъ условіяхъ можно быть гарантированнымъ, что качество воды въ трубахъ не будетъ портиться, что коэффиціентъ тренія воды о стѣнки трубъ будетъ тотъ, который былъ принятъ нами при опредѣленіи напоровъ, и что сами трубы не будутъ ржавѣть ни внутри, ни снаружи, что обусловитъ значительную продолжительность ихъ службы, безъ риска ихъ порчи и разрывовъ.

Соединенія трубъ проэктированы при помощи законопатки ихъ пенькою и заливки свинцомъ, съ надлежащею его чеканкою. Всѣ размѣры трубъ ясно показаны на детальныхъ чертежахъ на листахъ 12 и 13.

Пожарные краны.

При распредѣленіи пожарныхъ крановъ по сѣти водопроводныхъ трубъ, было принято во вниманіе, чтобы большинство ихъ приходилось на перекресткахъ улицъ, давая тѣмъ возможность проводить по пожарнымъ рукавамъ воду вполнѣ удобно по четыремъ различнымъ направленіямъ; въ нѣкоторыхъ длинныхъ кварталахъ установлены еще промежуточные пожарные краны.

Устройство пожарнаго крана во всѣхъ его

деталяхъ ясно показано на чертежахъ листа 16-го, гдѣ видно, что закрытіе и открытіе воды для пожарнаго крана производится при помощи $2^1/_2$" фланцоваго створнаго крана. Для предупрежденія возможности замерзанія воды въ подъемномъ стоякѣ, въ случаѣ дѣйствія пожарнаго крана зимою, на горизонтальной трубѣ, ведущей воду въ стоякъ, установленъ 1" мѣдный кранъ, при помощи котораго, по остановкѣ дѣйствія пожарнаго крана, всегда можно выпустить всю воду изъ его стояка.

Водоемы.

Водоемовъ по сѣти трубъ предполагается установить новыхъ—9 шт., согласно распредѣленію, показанному на общемъ планѣ сѣти трубъ—(см. листъ 1-й чертежей) и кромѣ того—устроить водоразборъ въ водонапорной башнѣ, такъ что въ городѣ будетъ всего 10 пунктовъ для отпуска воды водовозамъ и въ ручную посуду.

Каждый изъ новыхъ водоемовъ будетъ представлять собою небольшое деревянное строеніе (2 саж. въ сторонѣ, снаружи), въ которомъ устроено помѣщеніе для сторожа.

Вода подводится къ водоему $1^1/_2$" трубою, которая, пройдя подъ фундаментъ строенія, входитъ въ колодезь; далѣе она поднимается вверхъ и, войдя въ помѣщеніе сторожа, примыкаетъ непосредственно къ водомѣру.

Главная выходная труба отъ водомѣра идетъ сперва горизонтально, потомъ поворачиваетъ кверху и между окнами выходитъ наружу.

Этотъ выпускъ служитъ для разбора воды въ бочки.

Изъ плана водоема видно, что отъ главной выходной трубы, сейчасъ же за водомѣромъ, отдѣляется трубка, ведущая воду къ желобу— для водопоя, у поворота же ея къ выходу отдѣляется другая трубка, дающая воду для разбора ея въ ручныя ведра.

На трубкѣ, подводящей воду къ водомѣру, на случай ремонта послѣдняго, установленъ запорный кранъ; подобный же кранъ установленъ на отросткѣ для ручной посуды, чтобы въ случаѣ ремонта водоразборнаго крана, не останавливать дѣйствія остальныхъ выпусковъ.

Если Городское Управленіе пожелаетъ поставить въ нѣкоторыхъ мѣстахъ города водоразборы для безплатнаго пользованія изъ нихъ водою, то для этого мною проэктированы водоразборныя колонки, устройство которыхъ въ деталяхъ показано на листѣ 17, фиг. 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10, при чемъ принята во вниманіе и незамерзаемость ихъ во время зимы.

Инженеръ-Технологъ **М. Алтуховъ.**

Рис. № 1.

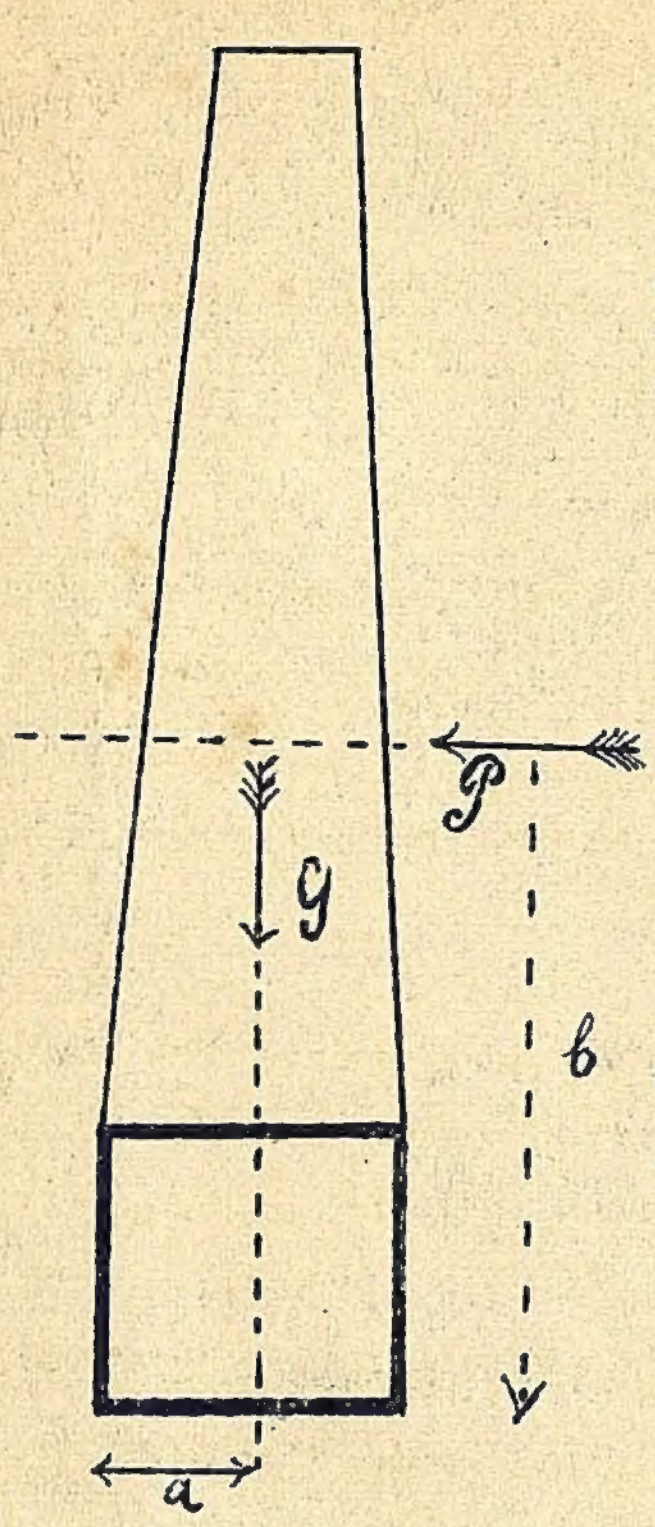


Рис. № 2.

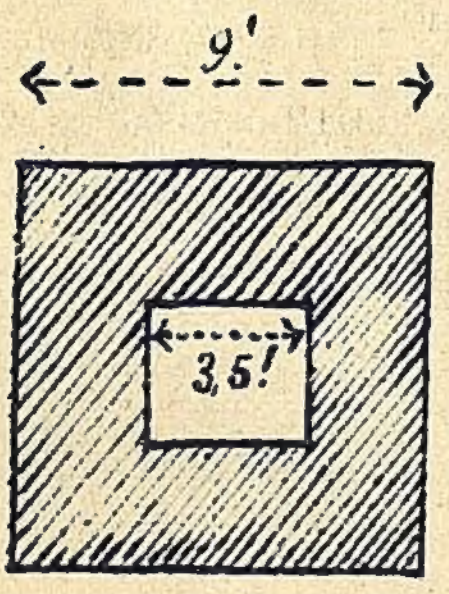
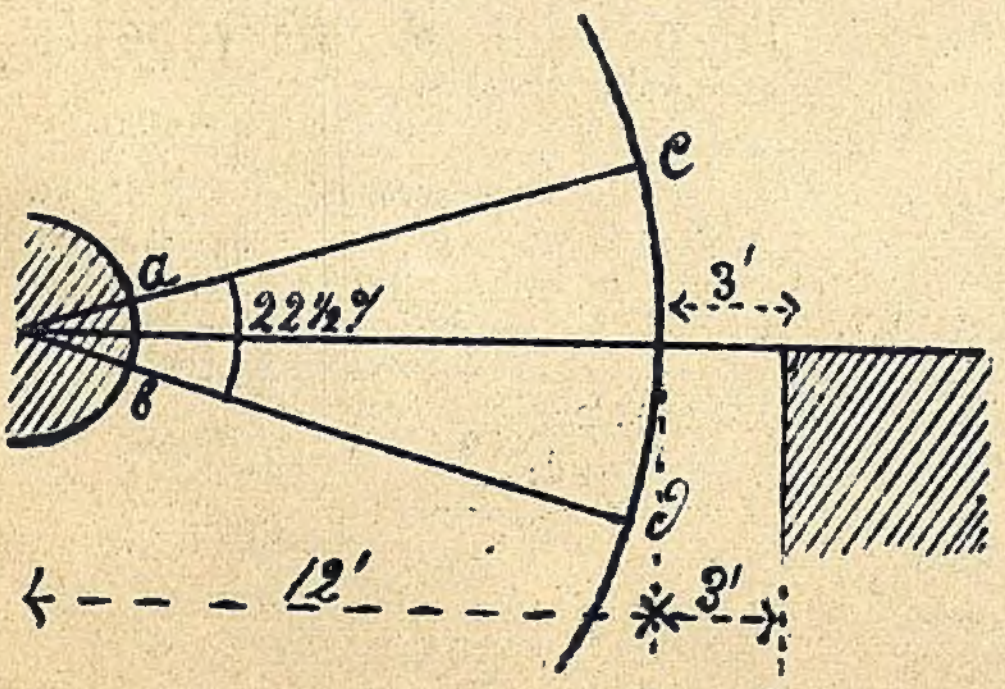
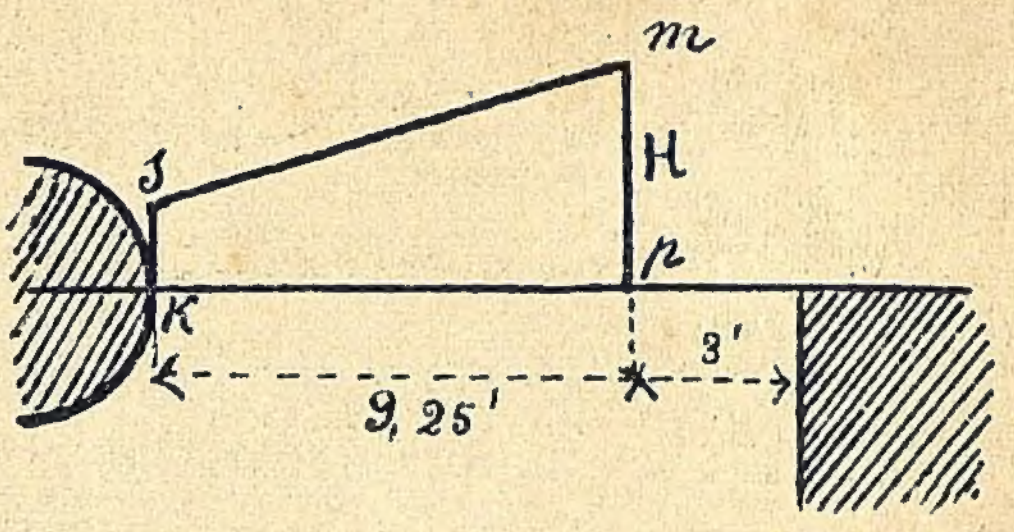


Рис. № 3.



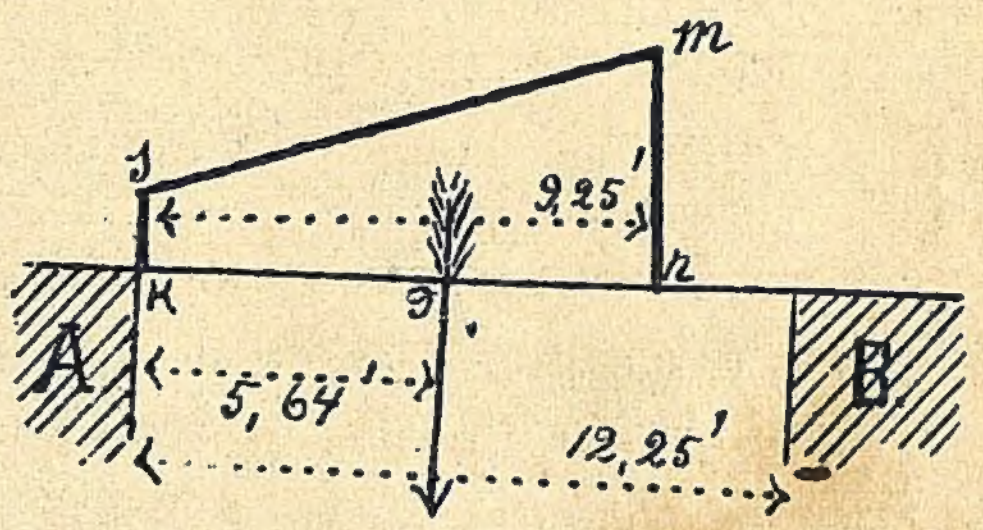
Фиг. 1.

Рис. № 4.



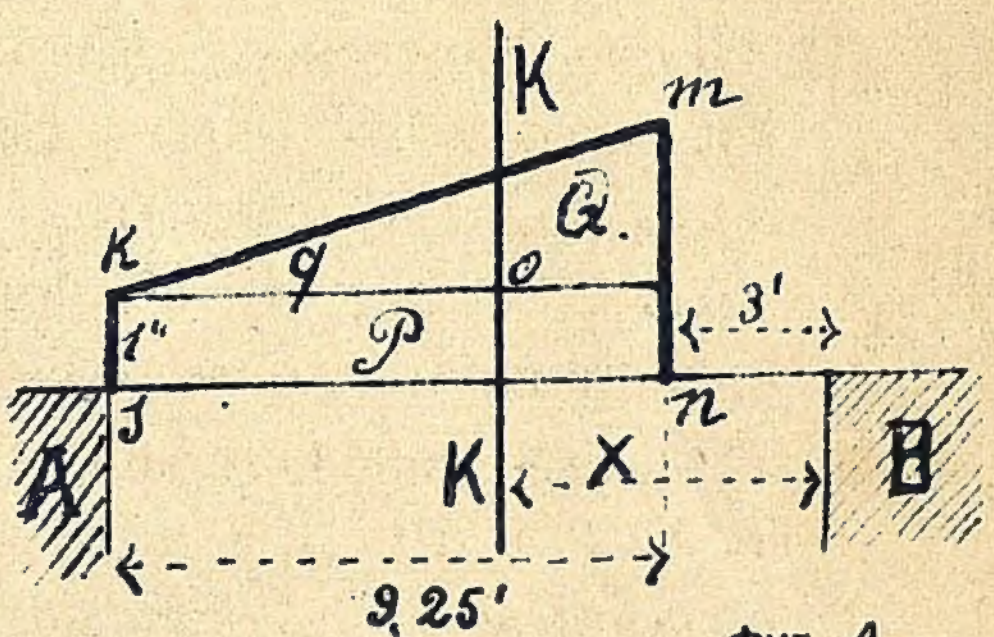
Фиг. 2.

Рис. № 5.



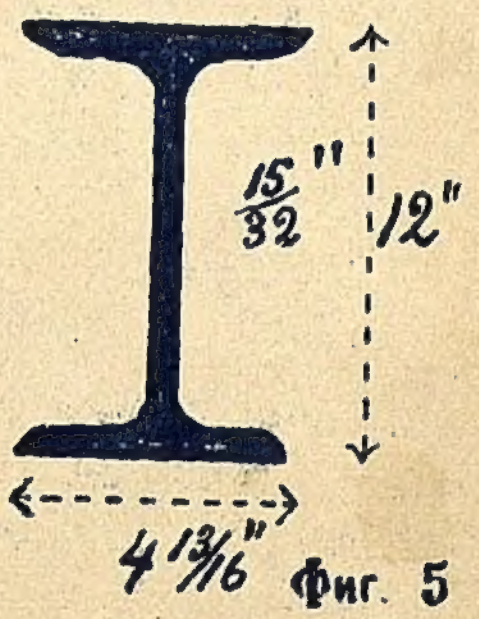
Фиг. 3.

Рис. № 6.



Фиг. 4.

Рис. № 7.



Фиг. 5